Niveau(x) d'enseignement: 7 Numéro EDUQ : 9170896
Centre d'intérêt: 844

Loiselle, Rollande.

Les réseaux de concepts au laboratoire de biologie / Rollande Loiselle et Suzanne Rouleau. -- [Laval] : Collège Montmorency, 1991.
xi, 121 p. : ill. ; 28 cm.

Titre de la couv.: Les réseaux de concepts au laboratoire : travail de recherche. "Cette recherche a été subventionnée par la Direction générale de l'enseignement collégial dans le cadre du Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage". Code: 1532-0322. Bibliogr.: p. [75]-89.

ISBN 2-89050-026-1

Vedette(s)-secondaire(s): Rouleau, Suzanne • Collège Montmorency

Descripteur(s): Biologie • Laboratoire de sciences • Rapport • Collégial (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Réseau de concepts

Cette recherche a pour but de vérifier l'intérêt que pourrait représenter pour les étudiants et les enseignants du collégial l'utilisation du réseau de concepts comme outil pédagogique au laboratoire. Les hypothèses avancées sont les suivantes: 1. l'utilisation des réseaux de concepts au laboratoire favorise l'apprentissage des élèves; 2. les réseaux de concepts influencent l'attitude des élèves à l'égard du laboratoire; 3. les enseignants et les élèves reconnaissent l'utilité des réseaux de concepts dans l'apprentissage. Ces hypothèses sont vérifiées auprès de 200 élèves inscrits aux cours de biologie générale, biologie humaine et corps humain et de six professeurs. L'expérimentation s'est déroulée à la session hiver 1990. Différents instruments de mesure ont été utilisés dont un exercice d'application, une grille d'évaluation des réseaux de concepts, des tests de mesure des connaissances acquises aux laboratoires, des tests d'attitudes et une grille d'entrevue des enseignants participant. L'analyse des résultats a permis de conclure à la confirmation des première et troisième hypothèses.

Type de document:

COLLÈGE
MONTMORENCY

...ENTATION COLLÉGIALE
(Québec)
H8N 2J4
8 OCT. 1991
9170896

Les réseaux de concepts au laboratoire

Travail de recherche

Réalisé par
Rollande Loiselle
Suzanne Rouleau

Avril 1991

9/90891

LES RESEAUX DE CONCEPTS AU LABORATOIRE DE BIOLOGIE

Rollande Loiselle et Suzanne Rouleau

Collège Montmorency

avril 1991

Cette recherche a été subventionnée par la Direction générale de l'enseignement collégial dans le cadre du Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage.

On peut obtenir des exemplaires supplémentaires de ce rapport de recherche auprès de la Direction des services pédagogiques du collège Montmorency.

La page couverture a été réalisée par Michel Belhumeur, graphiste.

ISBN: 2-89058-026-1

REMERCIEMENTS

Nous voulons remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à cette recherche. D'abord, les élèves pour leur bonne volonté à se soumettre à tous les tests requis aux fins de ce projet; les professeurs participant (Gisèle Amzallag, Pierre Frenette et Danielle Lalonde) pour leur travail, leur disponibilité ainsi que pour les nombreux et judicieux commentaires transmis au moment de l'entrevue et durant le déroulement de l'expérimentation; les autres membres du département de biologie du CEGEP Montmorency pour l'appui à ce travail et les juges qui ont validé la traduction et évalué les tests d'attitudes et de connaissances.

Nous tenons aussi à remercier madame Jocelyne Cantin pour ses conseils linguistiques judicieux. Nous sommes également reconnaissants au collège Montmorency et particulièrement aux services pédagogiques pour les ressources humaines et matérielles mises à notre disposition.

Enfin, nous avons grandement apprécié les encouragements de nos familles et amis.

Dans ce document veuillez considérer que l'emploi du masculin n'a pour but que d'alléger le texte.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES iv
LISTE DES TABLEAUX vi
LISTE DES FIGURES vii
LISTE DES ANNEXES viii

INTRODUCTION 1

PREMIER CHAPITRE: QU'EST-CE QU'UN RESEAU DE CONCEPTS? 6

DEUXIEME CHAPITRE: METHODOLOGIE ET INSTRUMENTS DE MESURE 30

2.1 Echantillon 32
2.2 Déroulement de l'expérimentation 36
2.3 Instruments de mesure 39
2.3.1 Texte sur les réseaux de concepts intitulé: "Comment construire des réseaux de concepts?" 39
2.3.2 Trois protocoles de laboratoire 41
2.3.3 Exercice d'application intitulé: "Réseau de concepts sur les molécules" 42
2.3.4 Grille d'évaluation des réseaux de concepts 42
2.3.5 Tests de mesure des connaissances acquises au laboratoire 43
2.3.6 Tests d'attitudes 45

2.3.7 Grille d'entrevues des enseignants participant..... 47

TROISIEME CHAPITRE: RESULTATS ET ANALYSE DES RESULTATS..... 48

3.1 Réseaux de concepts et apprentissage des élèves..... 50
3.2 Réseaux de concepts et attitudes des élèves face au laboratoire..... 55
3.3 Attitudes des élèves face aux réseaux de concepts..... 62
3.4 Attitudes des enseignants face aux réseaux de concepts..... 66
3.5 Résultats complémentaires..... 68

CONCLUSION..... 71

BIBLIOGRAPHIE..... 75

BIBLIOGRAPHIE COMPLEMENTAIRE..... 85

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Evaluation qualitative d'un réseau 25

Tableau II : Echantillon de la recherche 34

Tableau III : Profil des professeurs participant à l'expérimentation 35

Tableau IV : Résultats des tests de connaissances sur l'Osmose et la diffusion 51

Tableau V : Résultats des tests de connaissances sur les Observations de cellules et tissus 52

Tableau VI : Résultats au test d'attitudes à l'égard du laboratoire 58

Tableau VII : Résultats des élèves à chaque énoncé du test d'attitudes face au laboratoire 61

Tableau VIII : Attitudes des élèves face aux réseaux de concepts 62

Tableau IX : Score moyen aux énoncés du test d'attitudes face au réseau 65

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Réseau sur les réseaux de concepts 9

Figure 2 : Modes d'apprentissage 10

Figure 3 : Structure du réseau de concepts 14

Figure 4 : Evaluation des niveaux hiérarchiques 23

Figure 5 : Hypothèses de recherche 31

Figure 6 : Schéma expérimental de recherche 38

Figure 7 : Gains observés entre les prétest et post-test sur l'Osmose et la diffusion 51

Figure 8 : Gains observés entre les prétest et post-test sur l'Observation de cellules et tissus 52

Figure 9 : Comparaison entre les notes au prétest et les gains 53

Figure 10 : Attitudes des élèves face au laboratoire aux prétest et post-test 57

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Exemples de réseaux de concepts 90

Annexe 2 : Comment construire des réseaux de concepts 98

Annexe 3 : Exercices et réseaux de concepts des trois laboratoires 104

Annexe 4 : Grilles d'évaluation des réseaux de concepts 112

Annexe 5 : Grilles-réseaux d'entrevue auprès des enseignants participant 116

INTRODUCTION

En 1964, le rapport Parent révolutionne l'enseignement des sciences au Québec. Dorénavant, celui-ci portera sur des concepts et des principes, et l'expérimentation au laboratoire sera favorisée. Il en fait état en ces termes:

> Nous recommandons que tout l'enseignement scientifique s'appuie sur l'observation et l'expérimentation et qu'il se concentre sur les principes fondamentaux plutôt que sur l'accumulation des connaissances.
>
> Nous recommandons que le travail de laboratoire vise avant tout à habituer l'élève à voir les problèmes, à trouver des manières de les résoudre, à rattacher les problèmes et l'expérimentation aux principes généraux et qu'il développe en chacun la précision, l'habileté manuelle et la dextérité, la curiosité, l'émerveillement, l'initiative, l'imagination, l'intuition, l'objectivité.

Afin de se conformer à ces recommandations, les maisons d'enseignement se dotèrent de laboratoires bien équipés. Le matériel didactique se développa et ainsi plusieurs protocoles de laboratoire furent mis à la disposition des enseignants. On y favorise la méthode inductive en insistant sur la découverte des concepts[1]. Encore aujourd'hui, l'importance accordée à l'expérimentation demeure; un élève inscrit à un cours de biologie au niveau collégial consacre en général deux heures par semaine au laboratoire.

---

[1] Nous adoptons dans ce travail la définition de Desrosiers-Sabbath (1984). Le terme concept, au sens large, se réfère à l'imagination et se définit comme la représentation mentale d'une chose: avoir l'idée de quelque chose, l'imaginer.

Depuis la création du collège Montmorency, les membres du département de biologie ont toujours accordé énormément d'importance à l'expérimentation afin de favoriser l'apprentissage des concepts de cette discipline. La création de nouveaux protocoles, davantage orientés sur les apprentissages d'habiletés d'analyse plutôt que sur la réalisation d'une recette, témoigne des efforts de ces enseignants à promouvoir la réussite des objectifs premiers de l'expérimentation. En effet, chaque expérience de laboratoire consiste à répondre à un ou des problème-s posé-s. L'élève émet une ou des hypothèses et le laboratoire consiste à recueillir des observations microscopiques et/ou macroscopiques, des données qualitatives et/ou quantitatives afin de confirmer ou d'infirmer la ou les hypothèses. Le manque de temps oblige cependant les élèves à analyser, lors de la rédaction du rapport de laboratoire, les données recueillies durant l'expérimentation.

Habitués lors de nos études universitaires à produire un rapport de laboratoire, nous l'utilisons naturellement avec nos élèves. C'est en effet le prolongement logique du laboratoire. Conséquemment à la méthode introduite au laboratoire, nous exigeons que la même démarche soit appliquée dans la rédaction de ce rapport soit la présentation du problème, de l'hypothèse, des résultats obtenus, l'analyse des résultats et des hypothèses; une conclusion termine le rapport et en fait la synthèse. Selon Ost (1987), la compréhension des phénomènes biologiques exige la compréhension de chaque partie prise séparément (analyse) et de l'ensemble de ses parties (synthèse). Or, lorsque l'élève rédige son rapport, il analyse ses données, établit des relations entre les résultats et est amené à faire une synthèse de ceux-ci et des concepts acquis. Le rapport de laboratoire se veut donc un bon outil d'analyse et de synthèse et non seulement il est un mode d'évaluation de l'apprentissage mais surtout et avant tout il demeure un outil d'apprentissage. A l'heure des préoccupations premières du monde de l'éducation, il représente aussi un

excellent exercice de français écrit. Notre département applique cette politique depuis sa création.

Or, depuis quelques années nous faisons face à certains problèmes. Malgré nos efforts, les rapports de laboratoire sont malheureusement décevants. Plusieurs élèves présentent des analyses pauvres, peu élaborées et des conclusions dénuées de sens; d'autres s'avèrent très souvent des résumés de livres plutôt que des documents originaux; certains élèves copient totalement ou partiellement les rapports des années précédentes. Quant au français écrit, nous constatons depuis quelques années une amélioration douteuse de celui-ci. Cela va à l'encontre de tout ce qui est observé dans ce domaine! Comme les professeurs corrigent le français dans les rapports et que certains élèves copient, il n'est peut être pas surprenant de constater cette amélioration. Nous observons également qu'il existe peu d'échanges entre les membres d'une équipe au moment de l'élaboration du travail: un élève se charge d'un rapport et l'autre réalise la rédaction du rapport suivant; trop souvent, il existe peu sinon pas du tout de consultation entre les membres de l'équipe. Un autre problème et non le moindre se pose: l'augmentation de la tâche de l'enseignant. En effet, il est de plus en plus difficile de rendre rapidement les copies corrigées, diminuant ainsi l'efficacité et la pertinence de l'évaluation. Enfin des remarques d'élèves, comme "les rapports de laboratoire, ça ne sert à rien..." et des comportements comme ne pas récupérer les copies corrigées, nous amènent à reconsidérer ce mode d'apprentissage et d'évaluation.

Ces observations nous ont amenés à diminuer le nombre de rapports exigés et à remplacer certains rapports par des examens de laboratoire. Ces examens peuvent combler l'aspect évaluatif qu'apportait le rapport, mais ne sont pas en eux-mêmes un mode d'apprentissage.

Il ne faut pas croire que ces problèmes soient particuliers à la biologie et au collège Montmorency. A la suite de rencontres avec des collègues des autres collèges de la province, il nous apparaît que ces préoccupations ne se limitent pas au collège Montmorency, ni à la biologie. Toutes les disciplines comportant un volet pratique important (sciences et techniques) présentent cette difficulté. Malheureusement, certains enseignants, pour les raisons énumérées précédemment, ont abandonné l'expérimentation au laboratoire et la remplacent par des cours magistraux. D'autres exécutent quelques travaux pratiques, mais prônent l'examen de laboratoire comme mode d'évaluation. Enfin, plusieurs enseignants ont conservé l'expérimentation, mais ont abandonné le rapport de laboratoire.

Nous ne voulons nous engager dans aucune de ces voies mais plutôt essayer de trouver une autre formule pédagogique qui favoriserait l'apprentissage de l'analyse et de la synthèse par les élèves et qui servirait en même temps d'outil d'évaluation.

Un outil qui semble-t-il, pourrait répondre à nos problèmes est le réseau de concepts ou le "concept mapping" de Novak (1976). Le réseau de concepts est une représentation graphique mettant en relation des concepts. Ault (1985) suggère d'utiliser les réseaux pour préparer un laboratoire ou à la fin de ce dernier pour établir des relations entre les observations. Selon plusieurs auteurs, il permettrait de développer des objectifs de plus haut niveau dans la taxonomie de Bloom (1982). On pourrait donc s'attendre à ce que les réseaux de concepts, développent l'esprit d'analyse et de synthèse des élèves. Ils atteindraient les mêmes objectifs que le rapport de laboratoire et nous pourrions donc envisager de les utiliser comme variante à ce dernier. Avant de définir ce qu'on entend par réseaux de concepts, nous aimerions vous présenter le problème qui fait l'objet de cette recherche soit:

Quel intérêt présente aux apprenants et aux enseignants, l'utilisation des réseaux de concepts au laboratoire?

Afin de solutionner ce problème, nous nous proposons de vérifier les trois hypothèses suivantes:

H-I L'utilisation de réseaux de concepts au laboratoire de biologie, favorise l'apprentissage des élèves.

H-II Les réseaux de concepts influencent l'attitude des élèves à l'égard du laboratoire.

H-III Les enseignants et les élèves reconnaissent l'utilité des réseaux de concepts dans l'apprentissage.

PREMIER CHAPITRE

QU'EST-CE QU'UN RESEAU DE CONCEPTS?

L'enseignant est continuellement à la recherche d'outils pédagogiques afin de trouver le "*truc*" qui l'aiderait à faire "*passer sa matière*". Un nombre impressionnant d'outils pédagogiques sont aujourd'hui disponibles et parmi ceux-ci, les représentations graphiques, par leur caractère visuel complémentaire, ont su gagner plusieurs adeptes. Elles s'adressent autant à l'apprenant qu'à l'enseignant puisqu'elles aident l'élève à comprendre, à résumer, à synthétiser d'une façon qui surpasse l'utilisation unique du verbal. Elles lui permettent de prendre en charge son apprentissage c'est-à-dire, elles favorisent son autonomie. Plusieurs disciplines les utilisent, mais signalons qu'en français, elles sont particulièrement populaires. Réaliser une représentation graphique après la lecture d'un texte, favorise la compréhension du texte, le développement critique, le raisonnement et la mémorisation (Davidson, 1982; Hanf, 1971; Johnson et al. 1986; Leahy, 1989; McTighe et al., 1988). Elles servent de canevas dans la production d'un texte. Si le thème central de la composition présente un ordre, une carte séquentielle est suggérée; s'il présente des catégories, on fera appel à une carte présentant une classification et enfin si certains concepts du thème ont plus d'importance que d'autres, on utilisera alors une carte descriptive (Gemake et Sinatra, 1986; Johnson et al., 1986). Elles présentent aussi des formes variées: toile d'araignée, chaîne, arbre etc. (Hanf, 1971; Jones et al., 1988). Parmi celles-ci, les **réseaux de concepts** de Joseph D. Novak gagnent de plus en plus de popularité depuis les dix dernières années. Les concepts y sont reliés et contrairement à d'autres représentations graphiques, cette image est structurée: elle est hiérarchisée.

Un réseau de concepts c'est comme une carte routière où les villes correspondent aux concepts et les principales routes qui réunissent ces villes représentent les relations entre les concepts (Stewart et al.,1979). Toutes les villes n'ont pas la même densité; ainsi, tous les concepts n'ont pas la même importance. Cette hiérarchie, du général au

spécifique, se voit dans la dimension verticale du réseau. Les exemples sont placés au bas du réseau. C'est un outil flexible où le degré de localisation peut varier. Tout comme on peut avoir une carte de la province de Québec et une autre de la ville de Montréal, certains réseaux peuvent présenter des concepts plus généraux que d'autres. La figure 1 illustre un réseau sur les réseaux de concepts. Son parcours facilitera notre initiation.

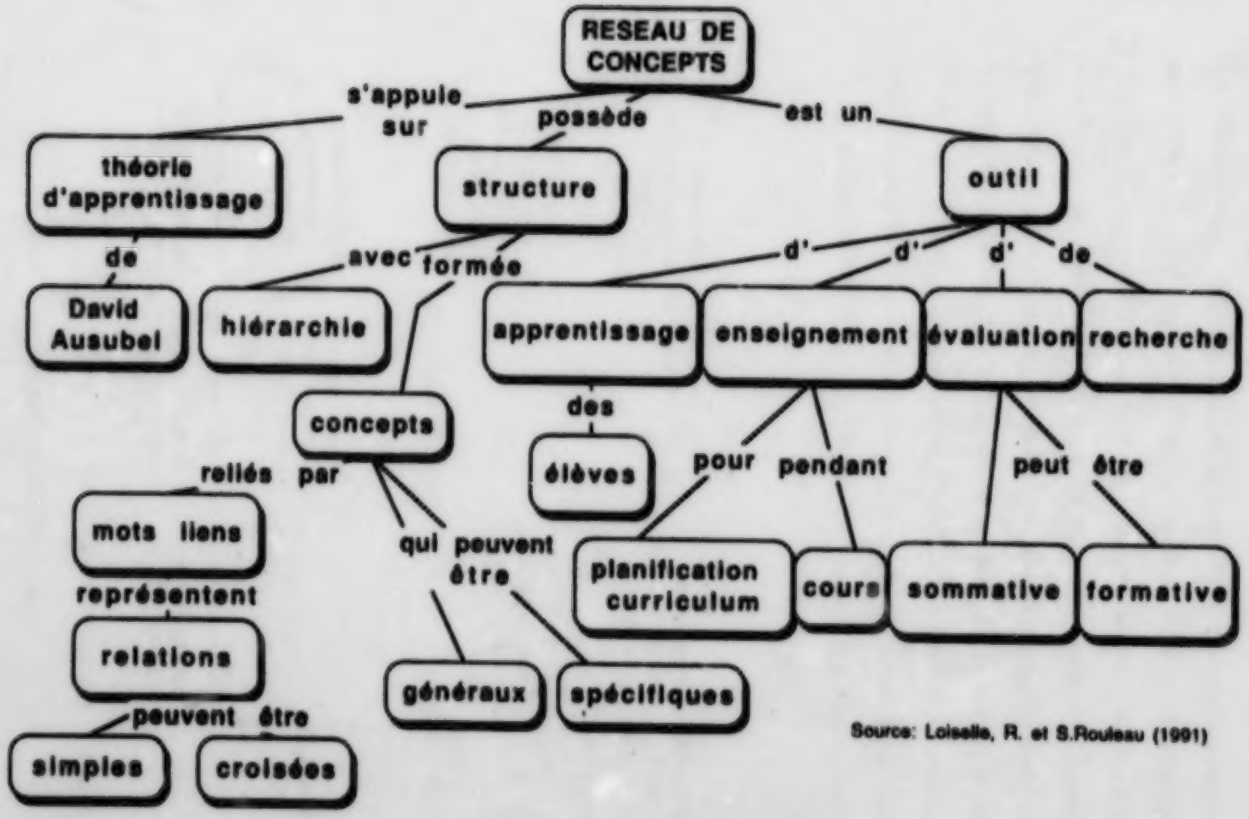
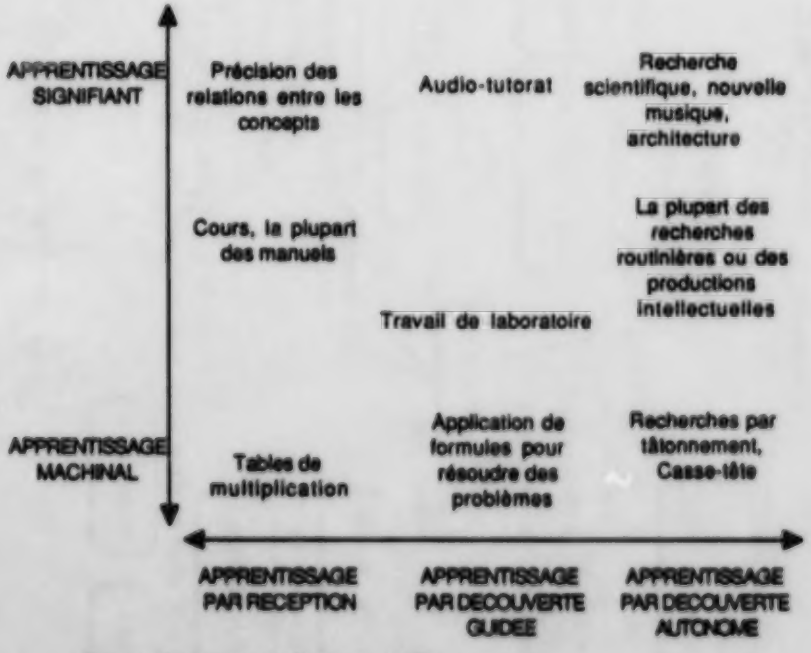


Figure 1 Réseau sur les réseaux de concepts

Les réseaux de concepts ont le mérite de reposer sur un cadre théorique, celui de la théorie d'apprentissage de David Ausubel (Ausubel et Robinson, 1969). L'apprentissage appartient aux domaines affectif, cognitif et psychomoteur mais pour nos besoins, nous nous attarderons davantage à la pensée d'Ausubel dans le domaine cognitif. Ausubel souligne que l'on a tendance à opposer l'apprentissage par découverte à l'apprentissage machinal ou de routine et l'apprentissage signifiant à l'apprentissage par réception. Malheureusement, on confond trop souvent le mode d'apprentissage à la valeur de cet apprentissage. Selon l'auteur, les modes d'apprentissage se situent le long d'un continuum allant de l'apprentissage par réception à l'apprentissage par découverte (figure 2).



Source: Traduction de Novak, J. (1979)

Figure 2 Modes d'apprentissage

L'apprentissage par réception implique que l'on présente les nouvelles connaissances ou les nouveaux concepts à l'apprenant. Par opposition, le mode de la découverte dans sa forme la plus "pure", exige que l'objet et/ou l'événement soient découverts par l'apprenant (méthode inductive). Le mode d'apprentissage par découverte correspond à celui du jeune enfant (jusqu'à trois, quatre ans) alors qu'il découvre le sens des mots, qu'il acquiert les concepts "père", "mère" et qu'il découvre que tous les hommes ne sont pas son père (Novak, 1979). A partir de l'âge scolaire, l'enfant apprend surtout par réception. Affirmer que l'apprentissage des sciences à l'école se fait par découverte est un "mythe". Ausubel oppose l'apprentissage "signifiant" à l'apprentissage machinal, de routine, qui se réalise uniquement par mémoire, par répétition, sans être réfléchi. L'apprentissage d'une langue, des tables de multiplication, etc. en sont de bons exemples. L'apprentissage par découverte peut aussi être machinal: c'est le cas lorsque l'élève suit de façon stupide les étapes d'un laboratoire sans chercher à comprendre.

Un apprentissage "signifiant" apparaît lorsque le concept nouveau est relié consciemment à la structure cognitive existante chez l'apprenant. Pour y arriver trois conditions s'avèrent essentielles: le nouveau matériel doit avoir du sens pour l'apprenant, ce dernier doit posséder dans sa structure cognitive les concepts pertinents auxquels le nouveau concept peut s'ancrer et l'apprenant doit être disposé à établir l'ancrage c'est-à-dire, il doit vouloir dépasser la simple mémorisation et chercher à comprendre (Novak, 1980). Ausubel affirme que s'il devait réduire la psychopédagogie à un seul principe, ce serait le suivant: le facteur le plus important qui influence l'apprentissage, c'est ce que l'apprenant sait déjà. Les élèves possèdent souvent des représentations erronées de certains concepts, aussi est-il très important pour l'enseignant qui veut faire acquérir un concept, de connaître dans un premier temps la structure cognitive de l'apprenant. Marcel Thouin (1985) souligne à juste titre, que les élèves en sciences possèdent des

représentations premières de la réalité qui vont souvent nuire aux apprentissages. Il faut donc que l'enseignant détecte ces représentations avant de présenter un nouveau concept. Sans cela, le concept enseigné risque fort de se superposer à la représentation première de l'élève, ce dernier atteignant une compréhension plus ou moins juste des phénomènes. Plus le concept à acquérir est abstrait, plus l'enseignant doit utiliser des exemples, des analogies, des "structurants" afin de favoriser l'ancrage.

Ausubel rejette l'idée qu'apprendre par réception soit toujours passif. C'est un processus dynamique au cours duquel les nouvelles informations sont intériorisées et les anciennes informations sont modifiées suivant des principes d'organisation. Cette organisation est hiérarchisée selon des relations qui peuvent être de corrélation si le concept nouveau transforme le concept d'ancrage; d'inclusion si un concept plus général et plus englobant sert d'ancrage au nouveau concept; de combinaison si le concept nouveau relie plusieurs concepts présents dans la structure cognitive; de subordination si le concept nouveau est plus général que le concept d'ancrage. L'assimilation s'établit progressivement: la relation se confirme, puis les concepts très reliés se confondent de plus en plus dans des caractéristiques communes. Ce qui rend la structure cognitive de plus en plus utile dans la compréhension de la réalité, c'est qu'avec le temps, les éléments intégrés sont organisés hiérarchiquement selon leur degré de généralité et se transforment de façon telle que seules les connaissances les plus générales et inclusives demeurent immédiatement disponibles. En résumé, apprendre c'est établir des liens entre les concepts que l'on connaît et ceux que l'on apprend. C'est un processus créatif où il y a différenciation progressive (développement) des concepts et réconciliation intégrante de concepts très reliés.

C'est à partir de cette théorie que Novak a créé un outil d'apprentissage permettant d'aider les élèves à établir des relations entre les concepts. Tous, apprenants et enseignants le trouveront utile comme le soulignent Malone et Dekkers (1984):

> Concept maps have been called the *windows to the mind* of the students we teach: for seeing in (by the teacher and other students), for seeing out (by the student) and for reflecting on one's own perceptions (by everybody). These maps facilitate a sharing of meaning unhampered by any lack of verbal skills. Consequently both teacher and students are able to judge with some degree of clarity how well they themselves have grasped a particular concept and how well their colleagues or classmates have done so.

Son réseau obéit à des règles (Novak et Gowin, 1989). Il doit présenter une hiérarchie (figure 3), où les concepts plus généraux ou plus inclusifs sont situés en haut du réseau alors que les concepts plus spécifiques ou moins inclusifs se retrouvent au bas de celui-ci. Les concepts sont inscrits dans des bulles; ils sont reliés et un mot lien définit cette relation.

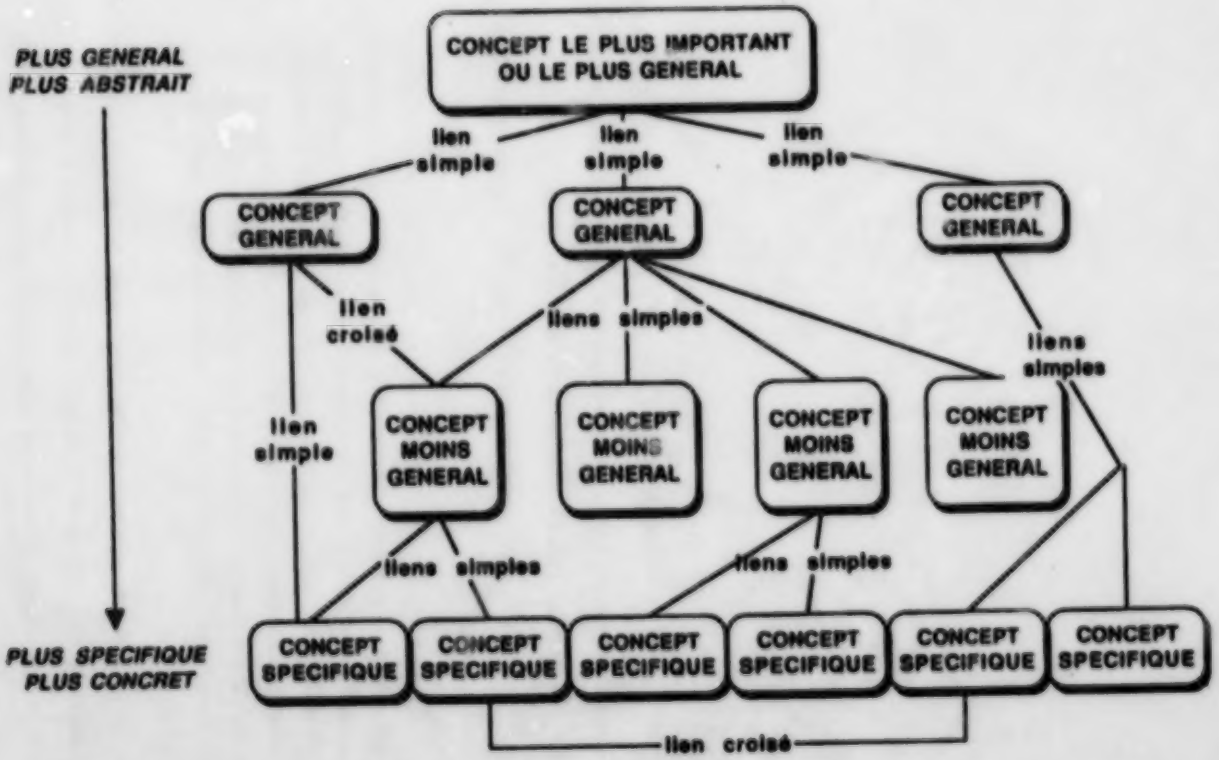


Figure 3 Structure du réseau de concepts

Les concepts plus généraux sont généralement connus des élèves; ce sont ceux qui servent d'ancrage aux concepts à apprendre. Les élèves reconnaissant qu'ils savent quelque chose du sujet, ils sont alors plus motivés à en connaître davantage (Novak, 1981). Selon Novak et d'autres auteurs, les relations entre deux concepts peuvent être différentes pour le novice et pour l'expert en la matière et selon le contexte. Les premiers réseaux ne comportaient pas de mots liens sur les lignes mais il est maintenant établi que le mot lien est particulièrement important et que le réseau cognitif fournit plus d'informations si ces mots liens sont indiqués (Stuart, 1985).

Les relations peuvent être simples ou croisées. La majorité des liens sont simples, c'est-à-dire que les liens sont entre des concepts d'un même segment du réseau. Les liens croisés relient deux concepts de segments différents et selon Novak, traduisent un degré plus élevé d'intégration des concepts. Les segments sont établis par les branches du premier niveau hiérarchique divisé. Dans le réseau de la figure 3, on a trois segments.

La technique d'élaboration d'un réseau est relativement facile à acquérir, cependant on doit procéder progressivement. Novak suggère de parcourir les étapes suivantes:

1 - Identifier les concepts.
2 - Regrouper les concepts de même niveau ou de même importance.
3 - Hiérarchiser les concepts c'est-à-dire, ordonner les concepts du plus général au plus spécifique.
4 - Ecrire les concepts dans des bulles et selon la hiérarchie établie précédemment.
5 - A l'aide de lignes, relier les concepts qui ont des relations entre eux.
6 - A l'aide d'un ou de quelques mots, identifier la relation qui réunit les deux concepts.

On peut y apporter des variantes. Les concepts peuvent être donnés aux élèves sans toutefois présenter un ordre (Stewart, 1979). Novak et al. (1983) distribuent un texte et demandent aux élèves de retracer les concepts clés et d'en faire un réseau. Cette méthode favorise, selon eux, la créativité des élèves. D'autres (Edwards et Fraser, 1983) donnent les règles d'élaboration et le concept le plus général du réseau puis demandent aux élèves de construire leur propre réseau. Stuart (1985) préfère mettre le concept le plus général au centre du réseau et disposer les concepts spécifiques autour.

Conçus pour favoriser l'apprentissage, les réseaux peuvent être réalisés dans diverses disciplines, à différents niveaux scolaires et répondre à une multitude d'objectifs (Malone et Dekkers, 1984). Les élèves peuvent par exemple, les utiliser pour préparer un laboratoire (Brody, 1986; Novak, 1979), ou pour remplacer ou préparer un rapport de laboratoire (Ault, 1985; Roth, 1990), pour l'étude préparatoire à un examen (Garb et al., 1985), avant ou après une lecture (Leahy, 1989). Cependant, même si ceux qui l'utilisent rapportent qu'il s'agit d'un bon outil d'apprentissage, les recherches réalisées jusqu'à ce jour n'ont pu l'établir de façon scientifique et unanime.

Novak, Gowin et Johansen (1983) réalisent une recherche auprès de huit classes d'élèves de septième et huitième années dans deux écoles différentes. Ils constatent que les élèves qui font des réseaux réussissent mieux dans la solution de nouveaux problèmes, ce qui selon Ausubel, est la meilleure évaluation d'un apprentissage signifiant. De plus, les élèves comprenant bien les sciences ne sont pas nécessairement ceux qui obtiennent de meilleurs résultats aux examens. En effet, les réseaux développent des habiletés et requièrent une motivation qu'un test standardisé ou un examen habituel ne peut mettre en évidence.

Une étude (Lehman et al., 1985) menée chez une population de noirs dans un cours de biologie au secondaire, où cinq classes utilisaient les réseaux de concepts et les cinq autres, la méthode de soulignement d'un texte, démontre qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes. Ils réussissent de la même façon à un test constitué de questions d'application et de compréhension, telles que définies par la taxonomie de Bloom (1982). Les auteurs interprètent ces résultats par le fait que les deux méthodes utilisées (réseau et soulignement) présentent autant l'une et l'autre, un niveau de structuration élevée. Les résultats auraient pu être différents si les groupes témoins n'avaient pas utilisé une méthode aussi structurée et déjà bien maîtrisée par les élèves.

Pankratius (1987) réalise une recherche auprès de 125 élèves de neuvième année en sciences physiques. Il constate que les résultats des élèves qui font des réseaux pendant une session sont de 10% supérieurs à ceux qui utilisent la méthode de soulignement dans un livre. Ces résultats sont aussi de 25% supérieurs à ceux du groupe témoin n'ayant reçu aucune consigne particulière. Toutefois, ces résultats ne sont pas significatifs. Une expérience réalisée en douzième année auprès d'un groupe utilisant des réseaux, indique que les élèves réussissent mieux (différence significative) à un test composé majoritairement de questions de plus haut niveau (application, analyse et synthèse) et que cette différence est plus importante chez les élèves classés "moyens" (59-67% à un test de mathématiques).

Draheim (1986) compare quatre méthodes d'apprentissage appliquées à des étudiants inscrits à un cours d'écriture à l'université. Ces quatre conditions d'apprentissage sont (1) lecture d'un texte avec réalisation d'un réseau de concepts par les étudiants, (2) lecture d'un texte avec arrêt durant lequel l'étudiant fait ses prédictions sur le déroulement futur de ce texte, (3) la méthode 2 associée à un réseau de

concepts et (4) le soulignement d'un texte. On mesure l'apprentissage en demandant aux étudiants de résumer par écrit, un deuxième texte. Ceux appartenant aux groupes (1) et (3) devaient construire un réseau avant d'écrire le résumé. Les résultats indiquent qu'il n'y a pas de différence significative chez les groupes "forts" quant aux 4 méthodes utilisées. La méthode de soulignement (4) et celle combinée arrêt-réseau (1) favoriseraient le rappel des idées principales chez les "faibles": les différences avec les deux autres méthodes sont significatives. Bien que les étudiants "forts" et "faibles" transfèrent dans leurs réseaux un grand nombre d'idées du texte, curieusement, la moitié de ces idées se retrouvent dans le résumé écrit. Toutefois, ils n'ont pu établir une différence significative entre ces deux méthodes puisque la méthode de soulignement est une méthode bien répandue et maîtrisée par les étudiants. Les réseaux de concepts étaient, lors de la situation d'apprentissage, utilisés pour résumer une lecture et non en vue de servir de canevas pour un écrit.

Une recherche plus informelle (Stice et al., 1986, 1987) a été réalisée avec des enfants de la maternelle et de la première à la quatrième années. Les neuf professeurs participant avaient respectivement une classe témoin ne réalisant pas de réseau et une classe expérimentale utilisant des réseaux pendant toute une session. Les enseignants interviewés révèlent qu'au niveau de la maternelle, les réseaux permettent de détecter ce que les enfants ne comprennent pas. En première année, les enfants apprennent des concepts et clarifient leurs réseaux grâce à l'intervention du professeur. Ceux de deuxième et troisième années préfèrent avoir une liste de concepts pour réaliser leur propre réseau; ils essaient fréquemment et individuellement d'en faire pour préciser leurs notions. Les élèves de quatrième année semblent moins aimer faire des réseaux: ils les utilisent davantage pour leur étude. Selon les enseignants, ceux qui font des réseaux obtiendraient de meilleurs résultats aux tests de connaissances dans la discipline. Selon

eux, l'aspect social intervenant lors de l'élaboration des réseaux est particulièrement intéressant: les réseaux favoriseraient une plus grande participation aux discussions de classes et un plus grand enthousiasme chez les élèves.

Arnaudin et al. (1984), lors d'une étude menée au collégial et avec des élèves inscrits à un cours de biologie, se sont posé les trois questions suivantes: *Le rendement scolaire est-il plus élevé avec l'utilisation des réseaux? Le réseau de concepts est-il un bon outil d'évaluation? Les élèves aiment-ils faire des réseaux?* D'après eux, les élèves faisant des réseaux auraient un rendement scolaire significativement supérieur à celui des élèves qui n'en font pas. Les auteurs attribuent cette différence à la motivation. Toutefois, nous devons être prudents face à cette conclusion puisque pour inciter les sujets à faire partie du groupe expérimental, on accordait des points supplémentaires à chaque réseau réalisé. A la deuxième question, les chercheurs évaluent un préréseau et un postréseau à l'aide de la grille de correction de Novak (Novak, 1981). Les différences sont significatives dans plusieurs catégories: il y a plus de concepts, plus de relations, plus de segments et plus de liens croisés dans le postréseau. Par contre, la hiérarchie ne présente pas de différence significative. Enfin, les élèves considèrent que c'est une bonne façon d'étudier la biologie, mais peu l'utiliseraient dans d'autres cours. La majorité considère que c'est facile de faire des réseaux et qu'ils représentent bien ce que l'on comprend d'un sujet. Ils sont toutefois réservés sur leur utilité à long terme et encore plus dans l'évaluation. Les auteurs expliquent cette attitude par le fait que les élèves de ce niveau possèdent souvent leur propre méthode d'apprentissage et ne sont pas intéressés à la changer, surtout si la nouvelle exige du temps.

La recherche d'Edwards et Fraser (1983) tend plutôt à prouver que les élèves trouvent difficile de faire des réseaux mais que l'effort en vaut la peine. Ils sont plus

conscients de leurs lacunes puisque les réseaux révèlent clairement ce qu'ils ne comprennent pas. Brumby (1983) abonde dans le même sens: les élèves comprennent plus en faisant des réseaux de concepts et ces outils permettent à l'enseignant de détecter les représentations erronées (misconceptions).

Appliqués au laboratoire, les réseaux faciliteraient l'apprentissage des concepts (Roth, 1990); ils développeraient l'enthousiasme des élèves. Quoique les résultats de cette recherche soient plus qualitatifs que quantitatifs, il semblerait qu'à un test comportant des questions d'application, d'interprétation et de compréhension de données, les élèves qui font des réseaux réussissent mieux à toutes les questions que ceux qui ne réalisent pas de réseaux.

Okebukola et Jegede (1988) réalisent une recherche auprès de 150 universitaires en sciences. Un test statistique révèle que les réseaux de concepts favorisent le rendement scolaire. En effet, les différences sont significatives entre les groupes témoin et expérimental. Les auteurs soulignent que les résultats contradictoires des recherches réalisées jusqu'à cette date, s'expliquent par le fait qu'elles ne tiennent pas compte du mode préférentiel d'organisation perceptuelle de l'élève. Leur étude démontre que les étudiants qui préfèrent identifier des relations, représenter ou expliquer des principes fondamentaux, réussissent mieux les réseaux de concepts et leur score à un test de biologie est plus élevé que ceux qui préfèrent des applications de l'information, plus élevé que ceux qui manifestent un intérêt plus développé pour l'analyse critique de l'information et aussi plus élevé que ceux qui acceptent l'information pour ce qu'elle est, sans considération pour ses implications et ses applications. Cette préférence les prédispose à mieux réussir leur réseau et par conséquent leur apprentissage. De plus, les étudiants réalisent de meilleurs réseaux s'ils le font en équipe plutôt qu'individuellement.

Les réseaux de concepts sont aussi des outils d'évaluation. Edwards et Fraser (1983) constatent que les réseaux de concepts, tout comme les entrevues, traduisent ce que l'élève sait. De plus, le réseau présente un avantage sur l'entrevue puisqu'il exige moins de temps et devient par conséquent plus réalisable par le professeur. Ainsi appliqué, il permet d'effectuer l'étape préliminaire à tout apprentissage, c'est-à-dire connaître ce que l'apprenant sait d'un sujet (Moreira, 1985; Watts, 1988). Ces deux auteurs nous proposent d'ailleurs un mode d'analyse des réseaux dont les règles sont assez simples: le concept le plus général (dans un rectangle) est-il identifié? les concepts intermédiaires (dans des cercles) sont-ils identifiés? les concepts plus spécifiques (pas dans une figure géométrique) sont-ils identifiés? quelle est la qualité générale du réseau en considérant les liens et la disposition des concepts? Chaque critère est évalué selon l'échelle suivante: 0, 1 (pauvre), 2 (moyen), 3 (bon). Raven (1985), en utilisant la même échelle, a pu établir un ordre décroissant d'habiletés présentes chez des élèves du collégial. Il leur est plus facile de discriminer (formuler des catégories) ensuite de différencier (donner des exemples de phénomènes) et moins facile d'intégrer (établir des relations). C'est selon lui, une bonne façon d'évaluer les réseaux.

Plusieurs modes d'évaluation des réseaux sont proposés dans la littérature. En général, ils sont basés sur les principes généraux de la théorie d'apprentissage d'Ausubel: les relations entre les concepts représentent le degré de différentiation, la hiérarchie nous indique l'habileté que démontre l'élève à distinguer le degré de généralité d'un concept, le regroupement des concepts dans le réseau traduit la réconciliation intégrante des concepts très reliés.

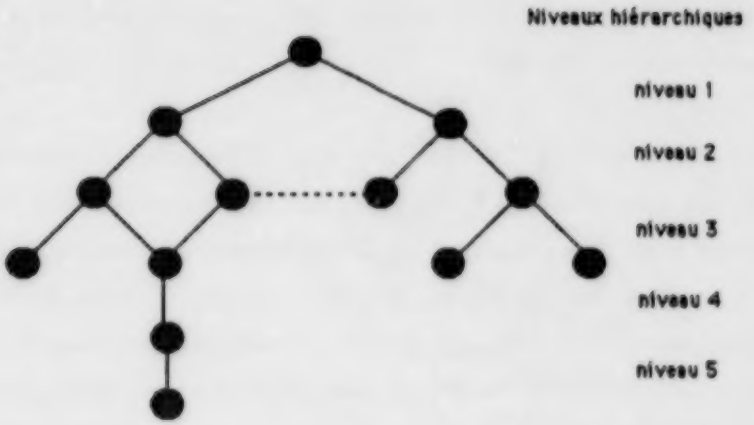
C'est probablement, le mode d'évaluation proposé par Novak (1981; Novak et Gowin 1984) qui est le plus utilisé, le voici:

Relations simples: Novak attribue un point à chaque relation juste entre deux concepts. S'il n'y a pas de mot lien ou s'il s'agit d'une relation répétée, aucun point n'est accordé.

Hiérarchie: on a un niveau hiérarchique lorsqu'il y a au moins une relation juste par niveau (un point par niveau hiérarchique); cela jusqu'aux deux niveaux inférieurs au dernier embranchement dans le réseau. On accorde des points supplémentaires en évaluant la proportion de liens hiérarchiques justes: un point s'il y en a 10 à 29%, deux points de 30 à 49%, trois points de 50 à 69%, quatre points de 70 à 89% et cinq points de 90 à 100%. La figure 4 illustre la hiérarchie dans un réseau de concepts.

Noeud ou Embranchement: il mesure le degré de différentiation entre les concepts. Novak accorde un point pour le premier noeud et trois points pour chaque niveau hiérarchique où il y a au moins un embranchement. On a un noeud lorsqu'un concept est relié à au moins deux autres concepts d'un niveau inférieur. A la figure 4, nous avons un score de sept: un point pour le premier niveau et trois points pour les deuxième et troisième niveaux. Comme il n'y a pas de noeud aux quatrième et cinquième niveaux, aucun point supplémentaire n'est accordé. Stuart (1985) préfère attribuer un point quel que soit le noeud considéré.

Relations croisées: elles indiquent l'intégration des concepts. Elles relient les concepts d'un segment à des concepts d'un autre segment du réseau (un point par relation croisée). L'exemple de la figure 4 présente une relation croisée indiquée en pointillé.



Source: Donovan (1983)

Figure 4 Evaluation des niveaux hiérarchiques

La sommation des points alloués détermine le score total du réseau de concepts. Une recherche réalisée par Stuart (1985) indique qu'il y a corrélation entre le critère hiérarchie et celui du nombre de bonnes relations. Cependant aucune corrélation n'est établie avec les autres critères d'évaluation. Il serait donc essentiel de les séparer et non d'en faire la sommation, contrairement à ce que Novak suggère.

Malone et Dekkers (1984) nous proposent un mode d'évaluation semblable à celui de Novak mais qui tient compte du type de relations possibles entre les concepts. Selon eux, un certain nombre de concepts peuvent être reliés à un seul et même concept (un point alloué à chaque concept du groupe), trois ou plusieurs concepts peuvent former une chaîne (deux points alloués à chaque concept de la chaîne) et les concepts peuvent former un système clos, une boucle (trois points alloués à chaque concept du groupe). Plusieurs

chercheurs (Malone et Dekkers, 1984; Stuart, 1985) accordent plus de valeurs aux mots liens techniques ou scientifiques.

Diekhoff et Diekhoff (1982) proposent une méthode permettant d'évaluer le degré de relation entre les concepts à l'aide d'une échelle de 1 (aucune relation) à 9 (concepts fortement reliés). On obtient alors une matrice et l'analyse en composante principale nous permet de visualiser ces corrélations sur un graphique. Selon Stewart (1979) plusieurs chercheurs ont tendance à considérer que deux concepts très près l'un de l'autre dans la structure cognitive ou dans un réseau de concepts sont plus reliés entre eux. Toutefois, nous devons être très prudents sur cette évaluation car ce mode est actuellement questionné.

Donovan (1983) suggère de joindre à l'évaluation sommative de Novak une évaluation qualitative et rapide, basée sur un aperçu du réseau (**TABLEAU 1**).

TABLEAU I Evaluation qualitative d'un réseau de concepts

	oui	non	insuffisant
Les mots liens entre les concepts sont-ils justes?	( )	( )	( )
Les concepts sont-ils arrangés du général au spécifique?	( )	( )	( )
Les concepts sont-ils reliés?	( )	( )	( )
Les mots liens sont-ils indiqués?	( )	( )	( )
Le réseau présente-t-il de la hiérarchie?	( )	( )	( )

Champagne et al. (1981, 1982) analysent les réseaux de concepts selon sept critères de complexité. Ces critères sont hiérarchisés. Un réseau est jugé très élémentaire lorsque deux concepts et plus sont reliés par une caractéristique morphologique simple; la classe 2 est celle où deux ou plusieurs concepts sont reliés, mais aucune relation n'est spécifiée; la classe 3 est celle où deux ou plusieurs concepts sont reliés par un mot lien technique ou général; la classe 4 est caractérisée par l'apparition de fragments de hiérarchie et/ou de synthèse ; la classe 5 est celle où la hiérarchie et/ou les transformations sont clairement établies; la classe 6 démontre une structure hiérarchique avec des fragments de synthèse et enfin la classe 7, la plus complexe est celle qui intègre la structure hiérarchique et la synthèse en une structure unique.

Peu de recherches, mettant en évidence des différences quantitatives et qualitatives des réseaux de concepts avant et après un traitement didactique ou provenant d'individus ayant une expérience éducative différente, ont été réalisées. Une recherche (Beyerbach, 1986; Lay-Dopyera et Beyerbach, 1983) menée à l'université de Syracuse dans trois groupes d'étudiants (totalisant 49 étudiants) inscrits à un cours d'introduction, un cours intermédiaire et un cours avancé en éducation, indique que les différences sont significatives entre les préréseaux et les postréseaux des étudiants inscrits aux deux premiers cours, particulièrement au niveau du nombre de concepts présents dans les réseaux. Les étudiants des groupes avancés ont en effet, acquis la majorité des concepts reliés à cette matière. De plus, les résultats de cette recherche, sans être significatifs, tendent à démontrer que les réseaux des étudiants plus avancés ressemblent plus à ceux de leur professeur, ils sont plus clairs et mieux organisés. Ils remarquent aussi que les élèves ont une attitude positive face à l'utilisation des réseaux; ils considèrent que c'est une bonne façon de s'évaluer. Les auteurs concluent que l'analyse qualitative des réseaux est très enrichissante. Elle détermine ce que les étudiants ont appris et comment ils organisent leurs informations. Toutefois, ces mêmes auteurs nous mettent en garde des lacunes de l'évaluation quantitative des réseaux: des concepts non pertinents ou répétés peuvent contribuer à augmenter le score total du réseau, un concept peu englobant détermine un nombre limité de concepts, le score total ne reflète pas certaines ambiguïtés pouvant être présentes et tous les critères d'évaluation sont interdépendants.

Stuart (1985) hésite à utiliser les réseaux comme outil d'évaluation en remplacement des tests traditionnels écrits. Les réseaux ne peuvent prédire la réussite des élèves à un test puisqu'ils omettent beaucoup d'informations, par exemple l'évaluation généralement proposée ne tient pas compte de la qualité de la relation indiquée entre deux concepts. Selon lui, les critères d'évaluation de Novak sont insatisfaisants et l'évaluation

d'un réseau ne peut prédire le succès d'un élève à un examen écrit. On devrait développer un système d'évaluation plus qualitatif en se concentrant sur la structure linguistique des propositions, la nature des liens croisés et la séquence des noeuds.

D'après la littérature, il semble que l'on puisse utiliser l'évaluation quantitative, les critères retenus restant très subjectifs. L'évaluation qualitative serait cependant plus appropriée et plus utile que l'analyse quantitative (Brumby, 1983; Moreira, 1985).

Les réseaux de concepts peuvent servir d'outil d'**enseignement**. Cliburn (1990) a expérimenté avec ses élèves de biologie la stratégie suggérée par Reigeluth (1979). L'enseignant construit un réseau général en guise d'introduction puis il élabore des réseaux spécifiques à partir des concepts de ce réseau général (zoom-in). Il indique l'ordre d'explication des concepts, transformant ainsi ses réseaux en "tour guidé" (Cliburn, 1986). C'est selon lui, un bon outil d'enseignement qui permet au professeur de s'organiser. Il remarque que certains élèves mémorisent les réseaux qu'il utilise, mise en garde soulevée par d'autres auteurs (Small, 1986). D'autres s'en servent comme résumé de la matière, certains les complètent ou encore les ignorent totalement. Les élèves qui font des réseaux prennent des notes de façon moins littérale et en général, ils ont une attitude positive face à l'utilisation des réseaux. Suite à un enseignement de trois semaines à des groupes témoin et expérimental d'environ 40 élèves, il note que les élèves ayant eu un enseignement à l'aide de réseaux réussissent et retiennent mieux. Si certains facteurs tels l'âge, le programme, les antécédents en sciences et le score au prétest sont contrôlés, la différence n'est significative qu'au niveau de la rétention à long terme.

Diekhoff et Diekhoff (1982) suggèrent de discuter en classe un réseau de concepts élaboré par le professeur. Cette méthode favorise la réussite des élèves à un test de connaissances sur la matière. De plus, elle augmente la sûreté, la confiance avec lesquelles les élèves font leurs propres réseaux et le degré de similitude entre le réseau des élèves et celui du professeur. Elle favoriserait aussi la discussion en classe.

Pearson et Hughes (1986) ont planifié à l'aide d'un réseau de concepts un cours de génétique. Ils suggèrent de retirer les principaux concepts d'un syllabus et de les structurer en réseau. Roth (1990) prépare également des laboratoires à l'aide de réseaux. Ces réseaux permettent de mieux préparer les laboratoires et assistent l'enseignant en suggérant des questions plus pertinentes à poser aux élèves.

Enfin, signalons qu'en recherche, les réseaux de concepts sont fréquemment employés. Stewart (1982) prétend qu'un réseau élaboré avant une entrevue agit en standardisant toutes les entrevues: les questions qui sont posées sont toujours reliées au problème à solutionner et il y a uniformité d'une entrevue à l'autre. En conséquence, l'analyse des informations en sera facilitée (moins de temps à trier les informations). Il peut être employé durant ou après une entrevue pour mettre en évidence ce que l'interviewé sait (Stewart, 1980; Sutton, 1980).

Brody (1984) privilégie la méthode suivante: un premier réseau est construit afin d'établir les questions pertinentes à poser durant l'entrevue. Suite à la rencontre, les réponses sont organisées en réseau. Les critères d'évaluation de ces réseaux sont le nombre de concepts, de relations, de liens croisés et la compréhension erronée de certains concepts (misconceptions). Il suggère aux utilisateurs de cette méthode de faire construire le réseau par l'élève et non par l'intervieweur.

Champagne et al. (1981, 1982) préfèrent la technique suivante: on distribue à l'élève des concepts écrits sur des cartons; on lui demande de les disposer selon un arrangement qui traduit ce qu'il pense et pendant ou à la fin du travail, d'expliquer son réseau. A mesure que l'élève s'exprime, l'intervieweur trace des lignes et inscrit les mots liens entre les concepts. On évalue en comparant ce réseau à un réseau standard.

On peut aussi utiliser les réseaux pour établir les relations entre les différents concepts impliqués avant ou pendant une recherche (Caulley, 1981).

DEUXIEME CHAPITRE

METHODOLOGIE ET INSTRUMENTS DE MESURE

La méthodologie suivante permet de vérifier les hypothèses qui font l'objet de cette recherche (figure 5).

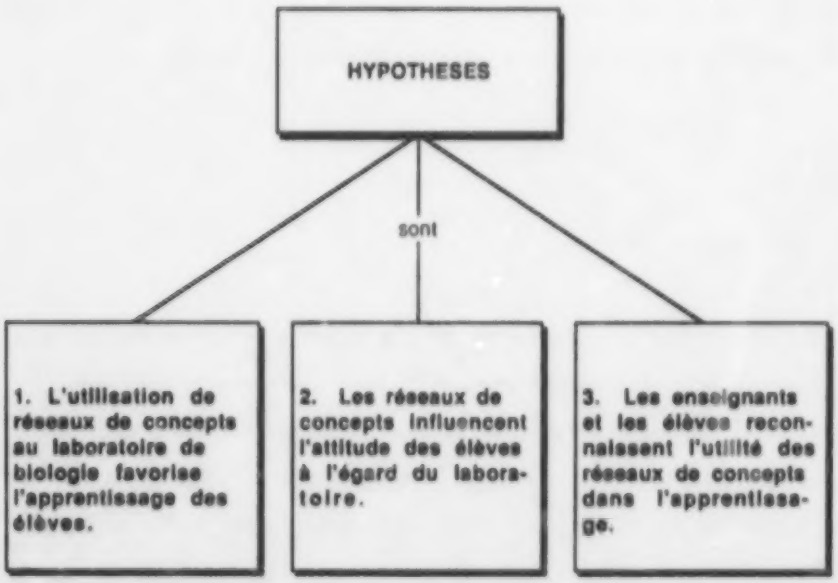


Figure 5 Hypothèses de recherche

L'échantillon se compose de groupes témoins et expérimentaux soumis à des traitements identiques à l'exception d'une variable: suite à un laboratoire, les groupes témoins rédigent un rapport alors que les groupes expérimentaux construisent un réseau

de concepts. Des tests de connaissances et d'attitudes permettent de vérifier les deux premières hypothèses alors que la troisième se vérifie par une entrevue auprès des enseignants participant.

Quelles caractéristiques présentent l'échantillon et les enseignants? De quelle nature sont les tests? Comment et quand s'est réalisé l'expérimentation? etc. Voilà des questions auxquelles nous essaierons de répondre dans les pages qui suivent.

2.1 ECHANTILLON

Deux cents élèves d'une moyenne d'âge de 18 ans forment l'échantillon. Ils se répartissent en trois programmes: sciences, sciences humaines et soins infirmiers (**Tableau II**). Trois cours permettent de rejoindre ces élèves: *biologie générale* (101-401), *biologie humaine* (101-911) et *corps humain* (101-902). Puisque nous n'avions aucun contrôle sur les horaires des élèves ainsi qu'eux-mêmes ou les enseignants participant à cette recherche, nous considérons que l'assignation d'un élève à un groupe appartient au hasard.

Il s'agit de l'échantillon réel de cette recherche puisque ne sont considérés que les élèves ayant répondu à la fois aux prétests et post-tests. Des raisons variées et incontrôlables telles la maladie, les changements de programme, les difficultés d'apprentissage, etc. ont amené plusieurs élèves à abandonner et ont malheureusement contribué à diminuer la portée de nos résultats de recherche. Toutes ces considérations,

indépendantes de notre volonté, expliquent le faible nombre d'élèves dans chaque groupe. Nous en tiendrons compte lors de l'analyse des résultats.

Six professeurs répondaient à notre principal critère de sélection c'est-à-dire, posséder au moins trois sessions d'expérience ou l'équivalent dans l'enseignement des cours retenus. Quatre professeurs ont accepté de collaborer et le **TABLEAU III** en trace un portrait. De façon générale, ces enseignants étaient responsables de deux classes et celles-ci furent désignées de façon aléatoire, groupe témoin ou groupe expérimental.

indépendantes de notre volonté, expliquent le faible nombre d'élèves dans chaque groupe. Nous en tiendrons compte lors de l'analyse des résultats.

Six professeurs répondaient à notre principal critère de sélection c'est-à-dire, posséder au moins trois sessions d'expérience ou l'équivalent dans l'enseignement des cours retenus. Quatre professeurs ont accepté de collaborer et le **TABLEAU III** en trace un portrait. De façon générale, ces enseignants étaient responsables de deux classes et celles-ci furent désignées de façon aléatoire, groupe témoin ou groupe expérimental.

TABLEAU II Echantillon de la recherche

	PROGRAMMES						
	SCIENCES			SCIENCES HUMAINES		SOINS INFIRMIERS	
COURS	101-401			101-911		101-902	
PROFESSEURS	I		II	III		IV	
GROUPES	Témoin 01	Exp. 02	Exp. 03	Témoin 04	Exp. 05	Témoin 06	Exp. 07
NOMBRE D'ELEVES	34	32	30	33	32	14	25
TOTAL		96			65		39

TABLEAU III Profil des professeurs participant à l'expérimentation

	PROFESSEURS			
	I	II	III	IV
Expérience totale	22 ans	12 ans	18 ans	22 ans
Expérience pertinente	16 sessions	10 sessions	14 sessions	4 sessions
Programmes	Sciences	Sciences	Sciences humaines	Soins infirmiers
Cours dispensés	Biologie générale 101-401	Biologie générale 101-401	Biologie humaine 101-911	Corps humain 101-902
Nombre d'élèves	66	30	65	39

2.2 DEROULEMENT DE L'EXPERIMENTATION

L'expérimentation (figure 6) s'est déroulée à la session hiver 90. Dès la première semaine, nous avons initié les élèves des groupes témoins aux étapes à suivre dans la rédaction d'un rapport de laboratoire. Ainsi, les élèves des groupes expérimentaux ont réalisé un exercice d'initiation (section 2.3.1). Tous les élèves ont effectué trois laboratoires d'une durée de deux heures. Les sujets étudiés étaient dans l'ordre: la *structure chimique des éléments nutritifs*, l'*osmose et la diffusion* et finalement l'*observation de cellules et tissus*. Les mêmes protocoles étaient employés par tous les groupes. Le premier laboratoire permettait aux élèves du groupe témoin de s'exercer à la rédaction d'un rapport et à ceux du groupe expérimental, de se familiariser à l'élaboration d'un réseau de concepts (section 2.3.3). Ces travaux ont été corrigés, discutés et remis aux élèves sans toutefois servir directement à l'expérimentation. Pour les deux autres laboratoires, nous procédions de la façon suivante: un *prétest* sur les concepts du laboratoire était passé avant l'expérimentation par tous les élèves; ils exécutaient le laboratoire et finalement remettaient un *rapport* ou un *réseau* une semaine plus tard. Nous corrigions leur travail et les soumettions à nouveau au même test (*post-test*). Les élèves rédigeaient des rapports pour les laboratoires subséquents. Vous trouverez à l'annexe 1, des exemples de réseaux de concepts élaborés par les élèves.

Nous avons cru bon limiter le rôle de l'enseignant dans cette recherche et assurer le déroulement et la correction des réseaux. Nous respections ainsi l'uniformité des directives et des interventions auprès des élèves.

Afin de mesurer l'attitude des élèves à l'égard des réseaux de concepts, un test fut passé par les élèves des groupes expérimentaux après l'expérimentation. De plus, tous les élèves ont été soumis à un test d'attitudes à l'égard du laboratoire avant et après l'expérimentation.

Les élèves en soins infirmiers n'effectuaient pas l'*observation des cellules et tissus* et leur séquence de laboratoires nous a obligés à débuter l'expérimentation à la septième semaine de cours.

Des entrevues furent réalisées, à la fin de l'expérimentation, avec les enseignants participant afin de déterminer leur attitude quant à l'utilisation des réseaux de concepts comme moyen d'apprentissage.

Les résultats furent compilés et des analyses statistiques réalisées afin de confirmer ou d'infirmer nos hypothèses de recherche.

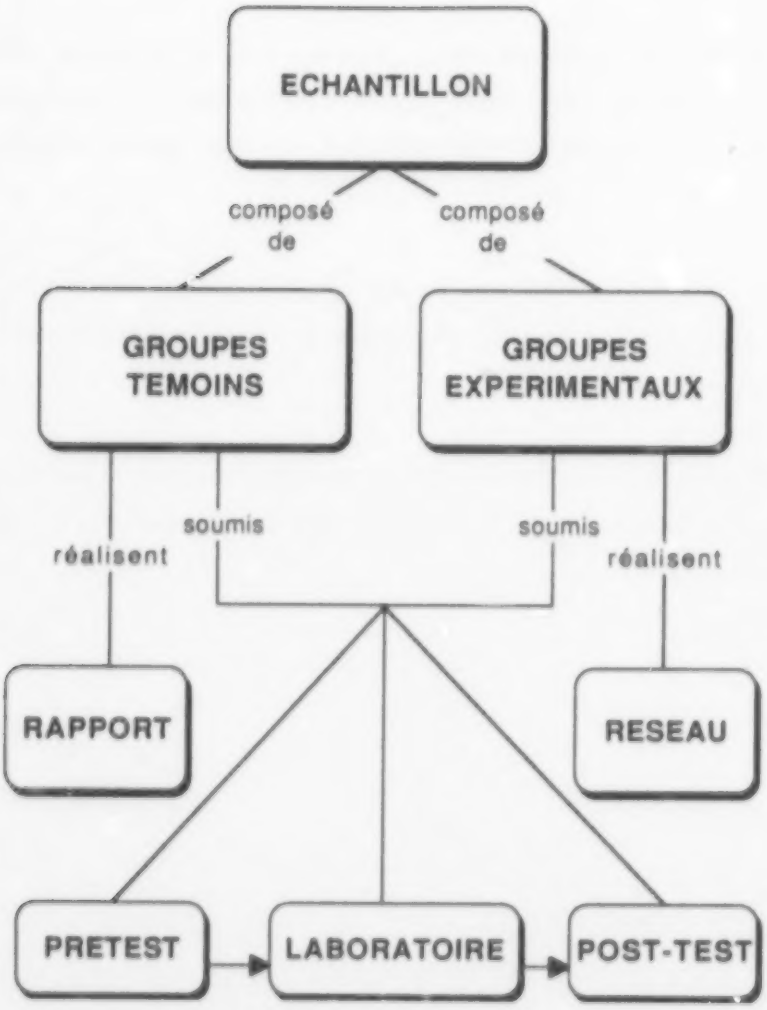


Figure 6 Schéma expérimental de recherche

2.3 INSTRUMENTS DE MESURE

L'expérimentation exigeait différents instruments:

2.3.1 Un texte sur les réseaux de concepts intitulé *"Comment construire des réseaux de concepts?"*.

2.3.2 Trois protocoles de laboratoire.

2.3.3 Un exercice d'application intitulé *"Réseau de concepts sur les molécules"*.

2.3.4 Une grille d'évaluation des réseaux de concepts.

2.3.5 Des tests de mesure des connaissances acquises aux laboratoires.

2.3.6 Des tests d'attitudes.

2.3.7 Une grille d'entrevue des enseignants participant.

2.3.1 TEXTE SUR LES RESEAUX DE CONCEPTS INTITULE *"COMMENT CONSTRUIRE DES RESEAUX DE CONCEPTS?"*

Les élèves des groupes témoins possédaient un document décrivant les étapes à suivre pour rédiger un bon rapport de laboratoire. Même s'il est relativement facile de faire des réseaux de concepts, il était néanmoins essentiel de présenter la technique aux élèves des groupes expérimentaux. Le document destiné à cette fin (**annexe 2**) devait tout d'abord définir la notion de *concept*. Une revue de la littérature nous a permis de réaliser qu'il y a presque autant de définitions du mot concept que d'auteurs qui traitent du sujet, voici quelques définitions.

Un concept c'est:

... une représentation mentale d'une chose: avoir une idée de quelque chose, l'imaginer (Desrosiers-Sabbath, 1984);

... une idée, une image mentale d'une action ou d'une chose, une généralisation de faits reliés (Pella, 1966);

... une idée, un symbole qui regroupe plusieurs idées, plusieurs symboles. Une idée générale formée par la combinaison de plusieurs éléments (Arnone, 1987);

... une régularité à l'intérieur d'événements, d'objets, désignés par un signe, un symbole (Novak, 1980);

... une image mentale qui évoque en général des scènes ou objets identifiés et "rappelle" une perception plutôt qu'une sensation. Cette image est une image simplifiée "squelettique", réduite aux traits essentiels, formalisée, de l'objet désigné (Changeux, 1983).

Nous aurions pu prolonger cette liste mais ceci n'est pas notre propos. Nous notons cependant que la majorité des auteurs conviennent que le concept est *intérieur* et qu'il peut être concret ou abstrait. Afin de rendre accessible le sens de ce mot aux élèves du collégial, nous avons opté pour la définition suivante: **le concept, c'est l'idée (image) que l'on se fait d'une chose (chaise), d'un être (chien) ou d'un événement (pêche).** Le texte contient aussi une courte explication de l'attribut afin de faire ressortir l'appartenance du concept à la catégorisation.

Le réseau de concepts y est défini comme un outil permettant à l'élève d'organiser ses connaissances et à l'aide d'un texte sur la taxonomie des animaux, nous invitons les élèves à parcourir les étapes de son élaboration:

- Etablir la liste de tous les concepts;
- Regrouper les concepts de même niveau ou de même importance;
- Ordonner les concepts du plus général au plus spécifique;
- Ecrire les concepts dans des bulles et selon l'ordre établi précédemment;
- A l'aide de lignes, relier les concepts qui ont des relations entre eux;
- A l'aide d'un ou de quelques mots, identifier la relation qui relie les concepts.

Le document différencie la hiérarchie, les noeuds, les liens simples et croisés et présente le réseau synthèse du texte sur les animaux.

2.3.2 TROIS PROTOCOLES DE LABORATOIRE

Les laboratoires servant à l'expérimentation devaient se dérouler au début de la session, être consécutifs et communs aux trois programmes. Trois laboratoires répondaient à ces critères: le laboratoire sur *La structure chimique des éléments nutritifs*, suivi de ceux sur l'*Osmose et la Diffusion* et de l'*Observation des cellules animales et tissus*.

Nous avons déterminé les objectifs à atteindre dans ces laboratoires puis construit, testé et rédigé les protocoles expérimentaux. Visant l'uniformité de la démarche, nous

avons rédigé pour l'élève et le professeur une liste de directives ainsi qu'une liste de concepts à utiliser dans leur réseau. De plus, des réseaux de concepts sur l'*osmose et la diffusion* et sur l'*observation de cellules et tissus* furent transmis aux enseignants; ils servaient de référence et à ce titre étaient des réseaux indicatifs (**Annexe 3**).

2.3.3 EXERCICE D'APPLICATION INTITULE: *"RESEAU DE CONCEPTS SUR LES MOLECULES"*

Cet exercice (**annexe 3**) fut réalisé après le premier laboratoire de la session en l'occurrence, *La structure chimique des éléments nutritifs*. Il permettait d'initier le plus tôt possible les élèves des groupes expérimentaux aux réseaux de concepts appliqués au laboratoire. La nature descriptive des concepts de ce laboratoire en facilitait la construction. Ils ont été élaborés en classe. Nous étions les personnes ressources et répondions aux questions des élèves et des professeurs.

2.3.4 GRILLE D'EVALUATION DES RESEAUX DE CONCEPTS

Il était important d'effectuer des évaluations formative et sommative des réseaux afin d'inciter les élèves des groupes expérimentaux à faire sérieusement le travail. D'autre part, nous voulions éviter le piège d'une évaluation pointilleuse et trop détaillée, nous nous sommes donc limités à mesurer la capacité de l'élève à hiérarchiser en évaluant les niveaux, à différencier en évaluant les noeuds du réseau et à intégrer en évaluant les

liens pertinents et justes (**annexe 4**). Nous comptions également distinguer les liens simples des liens croisés, mais l'expérimentation d'une première grille nous permit de constater que la tâche était difficilement réalisable. Ce critère n'étant pas essentiel à la vérification de nos hypothèses de recherche, nous avons préféré ne pas tenir compte de cette distinction et ainsi éviter de compliquer inutilement la tâche des élèves et la correction des réseaux.

2.3.5 TESTS DE MESURE DES CONNAISSANCES ACQUISES AU LABORATOIRE

Nous avons construit un test de connaissances sur l'*Osmose et la diffusion* visant à déterminer l'apprentissage suite au laboratoire et à l'élaboration d'un rapport ou d'un réseau de concepts.

Les questions furent rédigées en s'appuyant sur les objectifs d'apprentissage du laboratoire, puis classées selon les catégories de la taxonomie de Bloom. Quatre questions de connaissances, trois questions de compréhension, sept questions d'application, cinq questions d'analyse et trois de synthèse constituaient le questionnaire initial.

Le contenu du test a été validé. Trois enseignants du département de biologie au Cégep Montmorency vérifièrent la clarté, la pertinence des questions et des discriminants utilisés. Nous avons également vérifié la justesse de l'assignation des questions aux différentes catégories de Bloom. Cinq juges, non-enseignants en biologie mais faisant partie des services pédagogiques du collège, ont accepté cette responsabilité. Suite aux

remarques des différents intervenants, des corrections furent effectuées et finalement 20 des 22 questions initiales furent conservées. Elles se partagent comme suit: cinq questions de connaissance, deux questions de compréhension, cinq questions d'application, six question d'analyse et enfin deux questions n'ont pu obtenir le consensus. De façon générale, l'évaluation des juges nous amène à considérer ce test comme un instrument mesurant des objectifs qui surpassent la simple acquisition des connaissances sous la forme de mémorisation.

D'autre part, des contraintes horaires nous obligèrent à réaliser l'analyse du degré de difficulté des questions à postériori. On a calculé le taux de réussite de chaque question. Ces proportions furent ensuite classées en trois catégories d'intervalle égale (33,33%) exprimant la difficulté des questions. Les résultats obtenus sont:

Questions difficiles	5 %
Questions moyennes	35 %
Questions faciles	60 %

En d'autres mots, une question sur vingt (5 %) est réussie par 33,33 % et moins des élèves, sept questions (35 %) sont réussies par 33,33% à 66,66 % des élèves et douze questions (60 %) sont réussies par 66,66 % et plus des élèves. L'analyse statistique nous amène à constater que le test ne permet pas de discriminer les élèves forts des élèves moyens. Les résultats sont étonnants puisque lors des entrevues, tous les enseignants nous ont souligné qu'ils trouvaient ce test particulièrement difficile. Les professeurs de biologie qui ont agi à titre de juge partageaient aussi cette opinion.

Un test de connaissances fut aussi créé sur le laboratoire intitulé *Observation des cellules et tissus*. Un indice de réussite a été calculé pour chacune des 25 questions du test:

Questions difficiles	12 %
Questions moyennes	52 %
Questions faciles	36 %

Même si l'écart est moins grand que dans le test précédent, le nombre de questions difficiles est inférieur à la norme de 33% généralement admise. Selon cette analyse, il semble que le test manque d'items difficiles permettant de discriminer les individus moyens et forts. Cette considération devra donc être relevée lors de l'analyse des résultats d'expérimentation.

2.3.6 TESTS D'ATTITUDES

Nous avons construit un test d'attitudes à l'égard du laboratoire. Il comprend 15 énoncés (huit positifs et sept négatifs) traduisant des opinions à l'égard du laboratoire, opinions généralement admises en biologie, accompagnés d'une échelle Likert d'intervalles égaux de 1 (Pas du tout d'accord) à 5 (Tout à fait d'accord). L'élève répondait en encerclant la réponse qui décrivait le mieux son opinion.

Différentes analyses furent réalisées afin de valider ce test dont une analyse d'items à postériori. Nous avons retenu l'ensemble des scores au post-test, les résultats

au prétest risquant d'être trop faibles et pas assez typiques d'une distribution normale de réponses. Pour chaque item, on a produit un graphique en nuage de points avec en abcisse le score à l'item et en ordonné, le score au test (la somme des scores une fois les échelles des items d'attitudes négatives inversées). On a alors procédé à une régression polynomiale du second degré et analysé la pente de la courbe. Seuls les items dont la pente était toujours positive et régulière ont été conservés. Une matrice de corrélation du tau de Kendall a permis d'évaluer les associations entre les différents items. Suite à notre analyse des corrélations et de la nécessité d'éliminer des items ayant un sens semblable, les items 5, 8, 9 et 11 ont été retirés. Nous avons aussi constaté que la formulation de quelques items est de nature très catégorique, ce qui peut inciter les sujets à la modération dans leur choix de réponses.

Un test d'attitudes face aux réseaux de concepts existait; il s'agit de celui d'Arnaudin et al. (1984). Ce test fut traduit et la traduction validée par quatre enseignants de niveau collégial ayant une connaissance approfondie de l'anglais. Il est à noter que trois de ces juges enseignaient l'anglais, langue seconde au Cégep Montmorency. Le test administré aux élèves comportait 16 énoncés accompagnés d'une échelle Likert de 1(pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord). L'élève répondait en entourant le chiffre correspondant le mieux à son opinion. Les analyses statistiques effectuées sur le test précédent ont été reprises dans le cas du test d'attitudes face aux réseaux de concepts. Les énoncés 4, 8, 10 et 11 ont été retirés et par conséquent ne serviront pas à l'analyse de nos hypothèses.

Afin de nous assurer une bonne étendue de mesure, il aurait été préférable de disposer d'un nombre plus élevé d'énoncés dans chacun des tests. Cette lacune réduit, nous en sommes conscients, la portée de nos résultats.

2.3.7 GRILLE D'ENTREVUES DES ENSEIGNANTS PARTICIPANT

Nous avons déjà souligné au premier chapitre l'utilité des réseaux de concepts dans la planification d'entrevues. Nous avons élaboré des réseaux qui nous servirent de canevas nous permettant ainsi d'uniformiser les questions d'un interviewé à l'autre (**annexe 5**). Même si ces entrevues étaient structurées, toute liberté était laissée à l'interviewé de s'exprimer le temps voulu sur chaque section de l'entrevue. Les entrevues furent enregistrées et transcrites pour fins d'analyse.

TROISIEME CHAPITRE

RESULTATS ET ANALYSE DES RESULTATS

Notre expérience dans l'enseignement, nous incitait à analyser séparément les résultats des élèves de programmes différents. Ceux du secteur professionnel (soins infirmiers) s'orientent directement vers le marché du travail et fonctionnent mieux dans des situations concrètes. Quant aux deux autres groupes, puisqu'ils se dirigent vers l'université, ils cherchent à développer une méthode d'étude et de travail. De plus, les élèves en sciences et sciences humaines s'orientant vers des professions qui exigent des habiletés différentes, ont aussi des attitudes particulières face aux sciences biologiques et à leur mode d'apprentissage. Les enseignants participant, lors des entrevues, caractérisaient différemment chacun des groupes et confirmaient ainsi notre opinion.

Afin de vérifier si effectivement les élèves des trois programmes se comportaient différemment, une analyse de variance (portant sur les gains entre les post-tests et les prétests) a été réalisée en retenant comme significatif un seuil de probabilité de 0,05. Les résultats de cette analyse mettent en évidence une différence significative pour le facteur programme quant aux tests sur les *Observations de cellules et tissus* ($p=0,02$) et sur l'*Attitude face au laboratoire* ($p=0,02$). Toutefois, aucune différence significative ($p=0,18$) n'a été observée pour le test sur l'*Osmose et diffusion*. C'est donc dire que nous étions en présence de populations statistiquement différentes et qu'il nous fallait par conséquent les analyser séparément.

En tenant compte de ces études préalables nous présentons dans ce chapitre, les résultats de la recherche et l'analyse des différentes hypothèses.

3.1 RESEAUX DE CONCEPTS ET APPRENTISSAGE DES ELEVES

Les élèves d'un même programme présentent des capacités et souvent une préparation différentes. Les post-tests ne peuvent donc exprimer seuls l'apprentissage et par conséquent, nous avons utilisé le *gain* ou la différence entre les résultats aux post-test et prétest sur l'*Osmose et la diffusion* et sur l'*Observation des cellules*. Cette différence généralement positive, représente l'apport de la situation d'apprentissage. Deux analyses statistiques nous ont permis de comparer les gains obtenus par les groupes témoins et expérimentaux. Le test T ou "Student Test" est utilisé lorsque l'échantillon se distribue normalement et on emploie le Mann-Whitney dans le cas contraire. Ces deux tests s'appliquent à des échantillons inférieurs à 30 élèves. Dans tous les cas nous avons retenu comme significatif, un seuil de probabilité de 0,05.

Les résultats aux tests sur l'*Osmose et diffusion* (figure 7) révèlent un gain pour tous les groupes. En sciences humaines et soins infirmiers, le gain observé dans les groupes expérimentaux est supérieur à celui observé dans les groupes témoins; c'est l'inverse en sciences. Une valeur Z de -0,66 (Tableau IV) pour soins infirmiers et des probaolités de 0,06 pour les sciences et de 0,20 pour sciences humaines sont obtenues. La différence observée entre les groupes témoins et expérimentaux n'est donc pas significative et cela pour les trois programmes. C'est donc dire que les traitements auxquels ont été soumis les élèves, rapports ou réseaux, ne semblent pas influencer d'une façon significative leur apprentissage.

TABLEAU IV Résultats des tests de connaissances sur l'*Osmose et la diffusion*

	Groupe	n	$\bar{X}_{pré}$	$s_{pré}$	$\bar{X}_{post}$	s_{post}	$\Delta\bar{X}$	p(t)	MW (Z)
Sciences	témoin	34	10,57	3,01	15,75	1,78	5,26	0,17	
	exp.	62	9,98	3,47	14,08	1,93	4,00		
Sciences humaines	témoin	33	7,09	2,27	10,88	2,72	3,88	0,20	
	exp.	32	8,13	2,74	12,28	2,66	4,45		
Soins infirmiers	témoin	14	5,85	3,44	9,40	2,84	2,90		0,66
	exp	25	5,26	2,75	8,71	2,53	3,25		

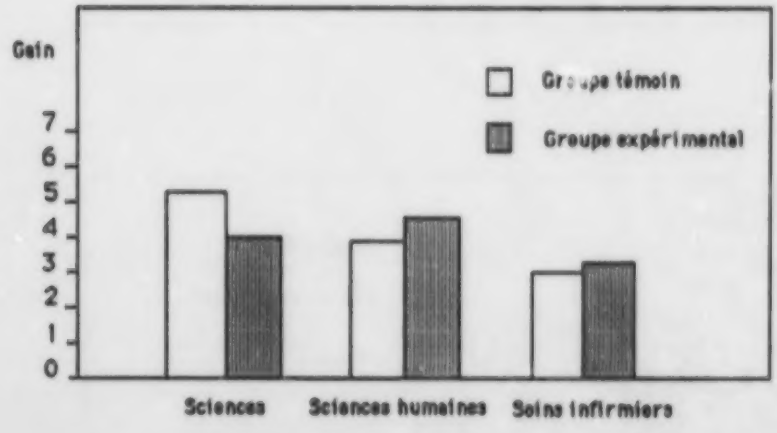


Figure 7 Gains observés entre les prétest et post-test sur l'*Osmose et la diffusion*

Quant aux tests sur les *Observations de cellules et tissus*, nous notons un gain (Tableau V, Figure 8) pour tous les groupes. Ce gain est plus prononcé chez les groupes expérimentaux tant en sciences qu'en sciences humaines. Toutefois, les

différences entre les groupes témoins et expérimentaux ne sont pas significatives puisque nous notons des probabilités de 0,31 pour les sciences et de 0,22 pour les sciences humaines.

TABLEAU V Résultats des tests de connaissances sur les *Observations de cellules et tissus*

	Groupe	n	$\bar{X}_{pré}$	$s_{pré}$	$\bar{X}_{post}$	s_{post}	$\Delta\bar{X}$	p(t)
Sciences	témoin	34	11,68	2,32	15,91	2,80	4,50	0,31
	exp.	62	11,61	2,91	16,33	3,02	4,90	
Sciences humaines	témoin	33	10,09	2,66	13,10	3,03	3,03	0,22
	exp.	32	10,63	2,50	14,28	2,87	3,66	

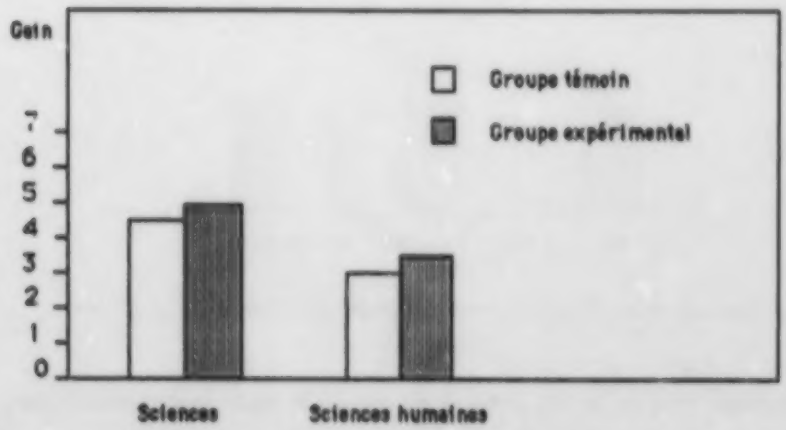


Figure 8 Gains observés entre les prétest et post-test sur l'*Observation de cellules et tissus*

Il y a donc dans tous les cas un gain, c'est-à-dire apprentissage des élèves, peu importe la méthode. Même si ces gains s'avèrent être en général et à première vue plus élevés dans les groupes soumis aux réseaux de concepts, les différences ne sont pas significatives. De plus, les élèves qui obtiennent une note faible au prétest ont une plus grande marge d'apprentissage; nous nous sommes interrogés sur la possibilité qu'une des méthodes puisse influencer davantage la réussite des élèves moyens ou faibles. Nous avons comparé dans les différents groupes, les droites obtenues par la relation: notes au prétest en abcisse et le gain en ordonnée (figure 9). Si nous observons les courbes, nous pouvons noter que les élèves forts, moyens ou faibles au prétest se comportent de la même façon tant dans les groupes témoin qu'expérimental.

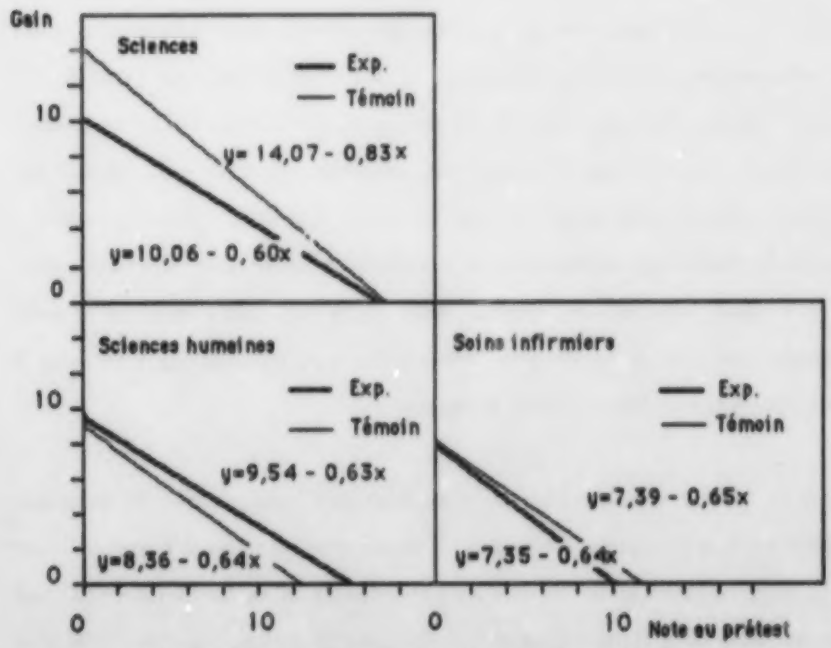


Figure 9 Comparaison entre les notes au prétest et les gains

Nous avons également réalisé d'autres analyses statistiques dont les polygones de fréquence des gains et malheureusement, aucune d'entre elles n'ajoute d'éléments intéressants à l'analyse des résultats.

Comment expliquer tous ces résultats?

La méthode du rapport de laboratoire est une méthode connue et utilisée depuis plusieurs années par les professeurs et par la majorité des élèves participant à cette expérimentation. Par contre, les réseaux de concepts étaient utilisés pour la première fois en laboratoire et pour la première fois par la majorité des élèves et des professeurs. Nous étions responsables de l'introduction, de la présentation et de la correction des réseaux et répondions également aux questions des élèves. Nous voulions ainsi limiter l'effet de la variable professeur et nous assurer de la maîtrise de l'outil par les élèves. Or, tous les enseignants participant nous ont fait remarquer que plusieurs élèves des groupes expérimentaux étaient stressés devant cette nouvelle approche et/ou devant son évaluation; c'est particulièrement le cas en soins infirmiers. Deux professeurs déploraient leur manque de connaissance de la méthode et considéraient qu'ils ne pouvaient pour cette raison, rassurer leurs élèves. Nous citons l'un d'entre eux: "Tu ne peux montrer une assurance par rapport à une méthode que tu ne maîtrises pas, il reste que le point de référence pour l'élève, c'est le professeur".

A la lumière de ces résultats, il apparaît que nous aurions dû prolonger l'expérimentation et y impliquer davantage les enseignants de manière à permettre que tous les participants maîtrisent ce mode d'apprentissage et se familiarisent avec son évaluation. Ainsi nous aurions réduit le stress souvent associé au fait d'appartenir à un groupe expérimental. De plus, il est raisonnable de penser que des effets détectables

surgissent après plusieurs laboratoires, ce qui n'a pu malheureusement être réalisé dans cette recherche. Il faut également souligner que le rapport de laboratoire tel qu'utilisé par les professeurs du département de biologie du collège Montmorency, en plus d'être une méthode très répandue, est aussi une méthode très structurée. Lehman (1985) et Draheim (1986) lors d'études comparatives de la méthode de soulignement à celle des réseaux de concepts, soulèvent l'importance de comparer des méthodes de niveaux de structuration très différents afin d'obtenir des résultats significatifs. Nous n'avisions pas les élèves du moment de la passation des tests et ces tests n'étaient pas utilisés dans le cas présent, comme des instruments d'évaluation sommative des élèves. Les prétest et post-test étant identiques, les élèves ont pu ne pas y accorder l'attention espérée. Si les élèves ne répondent pas sérieusement aux tests, ceux-ci peuvent perdre leur capacité à discriminer les groupes: ce qui aurait pu se produire dans le cas présent.

Nous ne pouvons terminer cette section sans considérer les instruments de mesure eux-mêmes. Les analyses statistiques semblent laisser sous-entendre que les tests manquent d'items difficiles qui permettraient de discriminer les individus forts de l'ensemble du groupe. Utilisant un instrument qui aurait été plus valide, peut-être aurions-nous décelé une différence significative entre les groupes témoins et expérimentaux.

3.2 RESEAUX DE CONCEPTS ET ATTITUDES DES ELEVES FACE AU LABORATOIRE

Comme nous l'avons souligné au chapitre précédent, le test mesurant l'attitude des élèves à l'égard du laboratoire présente après validation, onze énoncés qui traduisent des

opinions positives et négatives face au laboratoire. Les élèves ont inscrit leur accord ou leur désaccord à ces énoncés.

Nous avons calculé le score total de chaque élève aux prétest et post-test en attribuant la valeur correspondante à l'échelle Likert, présumée à intervalles égaux, en nous assurant d'inverser les valeurs des items exprimés négativement.

Les scores au prétest correspondent, en sciences et sciences humaines, à l'attitude des élèves au début de la session; en soins infirmiers, ils traduisent leur attitude vers la mi-session, c'est-à-dire après avoir réalisé sept laboratoires sans égard aux groupes témoins ou expérimentaux. Les moyennes des scores au test sont respectivement de 43,38, 43,41 et de 41,34 (la note maximale étant de 55) dans les programmes de sciences, sciences humaines et soins infirmiers. En soins infirmiers, les résultats au post-test expriment l'attitude des élèves à la fin de la session alors que pour les deux autres programmes, les résultats indiquent leur attitude après avoir réalisé les quatre premières séances de laboratoire de la session. Dans tous les cas, les résultats au post-test traduisent l'attitude des élèves à l'égard du laboratoire, après avoir réalisé soit des rapports pour les groupes témoins ou soit des réseaux de concepts pour les groupes expérimentaux.

Dans l'ensemble, nous observons que les moyennes des résultats à ces tests d'attitudes, prétest et post-test (figure 10), sans égard aux groupe et programme auxquels l'élève appartient, sont très élevées (plus de 40/55). La plupart, sinon la majorité des élèves ont expérimenté le travail de laboratoire, en biologie ou dans d'autres disciplines, au niveau collégial et/ou au secondaire, et trouvent intéressante cette approche pédagogique. Toutefois, la formulation de certains énoncés du test d'attitudes

étant de nature trop catégorique, elle a pu limiter le choix de l'élève et entraîner des résultats un peu supérieurs à la réalité.

Suite à toutes ces considérations et même si les résultats au prétest réduisent l'écart qu'il serait possible d'espérer entre les prétest et post-test, il est intéressant de constater que les élèves qui s'inscrivent à ces cours ont au départ une attitude favorable au laboratoire et qu'ils conservent cette attitude après avoir réalisé les laboratoires proposés.

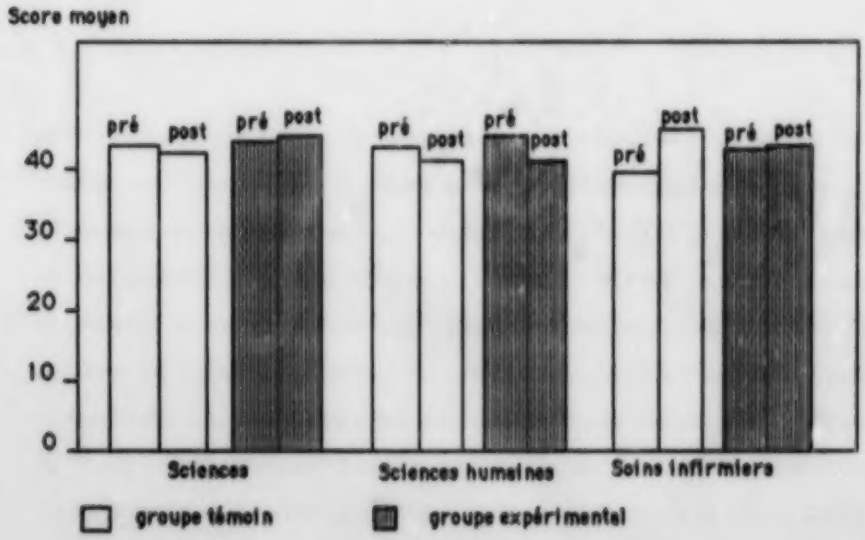


Figure 10 Attitudes des élèves face au laboratoire aux prétest et post-test

TABLEAU VI. Résultats au test d'attitudes à l'égard du laboratoire

	Groupe	n	$\bar{X}_{pré}$	$s_{pré}$	$\bar{X}_{post}$	s_{post}	$\Delta\bar{X}$	p(t)	MW (Z)
Sciences	témoin	34	43,29	4,85	42,08	5,30	-1,21	0,17	
	exp.	62	43,47	5,42	43,86	4,55	+0,39		
Sciences humaines	témoin	32	43,00	4,63	40,90	6,66	-2,10	0,33	
	exp.	33	43,81	6,63	40,75	8,89	-3,06		
Soins infirmiers	témoin	14	39,33	8,17	46,11	5,99	+6,78		1,51
	exp.	25	43,35	6,51	43,55	6,73	+0,20		

Comparons maintenant les résultats des prétest et post-test entre les programmes selon que les élèves appartiennent aux groupes témoins ou expérimentaux. Les données obtenues (Tableau VI) indiquent que l'attitude favorable des élèves envers le laboratoire diminue (-3,06 et -2,10) en sciences humaines et le même phénomène s'observe chez les élèves du groupe témoin en sciences (-1,21). Les résultats du groupe expérimental expriment une légère augmentation (+0,39). Toutefois ces résultats ne sont pas significatifs. Afin de vérifier notre hypothèse, nous avons comparé les groupes témoins et expérimentaux. En effet, nous obtenons à l'aide du test-T, des probabilités de p=0,17 en sciences et de p=0,33 en sciences humaines. L'attitude au prétest étant très favorable, il était difficile d'obtenir des résultats significatifs. Nous avons repris l'analyse en sciences sans considérer le groupe expérimental 03 de 30 élèves, ce qui nous assurait de comparer des groupes de tailles équivalentes en sciences (témoin n=34, expérimental n=32) et de

réduire l'influence de la variable "professeur". Nous arrivons aux mêmes conclusions: aucune différence significative n'est observée.

Les analyses statistiques utilisées pour comparer les deux groupes en soins infirmiers, en l'occurrence le Mann-Whitney, nous indiquent qu'il n'y a pas de différence significative (Z=1,51) entre les groupes témoin et expérimental malgré le gain significatif observé chez les élèves du groupe témoin. L'enseignant responsable nous a fait remarquer qu'il pouvait consacrer plus de temps à chaque élève dans le groupe témoin puisque le nombre réduit le lui permettait, ce qui pourrait expliquer en partie la différence de +6,78. De plus, le groupe témoin ayant au départ l'attitude la moins favorable à l'égard des laboratoires, présentait une plus grande possibilité d'amélioration.

A la lumière des résultats précédents, nous concluons que dans la majorité des groupes, il n'y a pas de changements d'attitude à l'égard du laboratoire après quatre séances. Le fait de faire des réseaux de concepts n'influence pas leur attitude face à l'expérimentation.

L'analyse des scores moyens aux différents énoncés du test nous permettra de caractériser l'attitude des élèves à l'égard des laboratoires. Le tableau VII, regroupe les résultats obtenus aux post-tests des groupes témoins et expérimentaux en sciences, sciences humaines et soins infirmiers. Nonobstant le fait que l'on ne connaisse pas l'amplitude des items les uns par rapport aux autres, l'observation des résultats à chaque item révèle que les élèves de tous les programmes considèrent qu'ils ne perdent pas du tout leur temps au laboratoire et qu'ils apprennent. Ils sont toutefois hésitants à faire plus de laboratoires et il n'est pas évident qu'ils aiment mieux faire des laboratoires que de suivre des cours théoriques. Ces résultats semblent à première vue contradictoires, mais

ils s'expliquent en considérant qu'un laboratoire supplémentaire implique plus de travail sous la forme d'un rapport ou d'un réseau.

TABLEAU VII Résultats des élèves à chaque énoncé du test d'attitudes face au laboratoire

Enoncé	Score moyen à l'énoncé au post-test					
	Sciences		Sciences humaines		Soins infirmiers	
	T	Exp.	T	Exp.	T	Exp
J'aimerais faire plus de laboratoires.	3,04	3,44	3,10	2,97	4,22	3,40
J'apprends beaucoup au laboratoire.	3,91	3,98	4,86	3,81	4,13	4,21
Les laboratoires sont ennuyants.	2,17	1,99	1,97	2,09	1,67	1,75
Les laboratoires sont trop longs.	1,96	2,18	2,41	2,09	1,44	1,74
Je perds mon temps au laboratoire.	1,83	1,71	1,93	1,87	1,56	1,55
Je ne comprends rien au laboratoire.	1,78	1,79	2,00	1,94	1,67	1,44
C'est une perte de temps que de faire des laboratoires.	1,50	1,61	1,82	1,77	1,67	1,80
Il est impensable de faire de la biologie sans laboratoire.	4,33	4,35	3,97	4,06	4,44	4,15
Heureusement qu'il y a des laboratoires en biologie.	3,88	4,05	3,79	3,68	4,22	4,15
J'aime mieux faire des laboratoires que de suivre des cours théoriques.	2,92	3,27	2,93	2,90	3,56	2,75
Il y a trop de laboratoires.	2,25	1,91	2,31	2,10	1,50	1,95

1,00 Pas du tout d'accord
2,00 Pas d'accord
3,00 Je ne sais pas
4,00 D'accord
5,00 Tout à fait d'accord

3.3 ATTITUDES DES ELEVES FACE AUX RESEAUX DE CONCEPTS

Onze items nous ont permis d'évaluer l'attitude des élèves des groupes expérimentaux à l'égard des réseaux de concepts. Nous avons calculé le score total de chaque élève à ce test en attribuant la valeur de son opinion à l'échelle Likert et en s'assurant d'inverser les valeurs des items négatifs (Tableau VIII).

TABLEAU VIII Attitudes des élèves face aux réseaux de concepts

Programme	Groupe	n	$\bar{X}$	s
Sciences	exp.	59	36,95	6,9
Sciences humaines	exp.	30	34,67	7,3
Soins infirmiers	exp.	21	31,57	8,33

F= 5,12

Considérant le fait que l'échelle se répartissait de la valeur (1) pas du tout d'accord à la valeur (5) tout à fait d'accord et qu'il y avait onze énoncés, la note optimale que pouvait atteindre un élève à ce test était de cinq à l'énoncé et de 55 à tout le test. On remarque que la moyenne de groupe est différente selon le programme: elle est plus élevée en sciences, un peu moins élevée en sciences humaines et encore moins élevée en soins infirmiers. De plus, la variance F (5,12) nous indique que ces différences sont

significatives: les élèves se comportent différemment et de façon significativement différente à un seuil de probabilité alpha α de 0,05. Nous pouvons donc conclure que, quoique les attitudes soient positives face aux réseaux de concepts, elles diffèrent pour les élèves en sciences, sciences humaines et soins infirmiers. L'observation des résultats au **Tableau IX** permet de déterminer la nature de la différence révélée par l'analyse de variance.

Tous considèrent également qu'un réseau permet d'organiser les concepts et réflète bien ce qu'on comprend d'un sujet donné. Les élèves en sciences et sciences humaines admettent que les réseaux sont utiles pour étudier la biologie et qu'ils pourraient les utiliser dans d'autres matières. Même si les opinions des élèves en soins infirmiers sont plus variées (s=8,33), il ressort que ces élèves voient moins l'utilité de faire des réseaux. Ils ont fait moins de réseaux que les élèves des autres programmes et ne maîtrisent pas aussi bien la technique; d'ailleurs à l'énoncé *Je suis capable de faire des réseaux de concepts*, leur score est moins élevé. On peut supposer que les élèves en sciences et sciences humaines se dirigeant vers l'université et recherchant une méthode de travail, d'étude, ou une façon d'améliorer celle qu'ils ont déjà, reconnaissent l'apport du réseau en ce sens. Ceux qui se dirigent directement vers le marché du travail n'en voient pas l'utilité immédiate; ils imaginent peut être difficilement l'utilisation des réseaux dans le travail qu'ils auront à accomplir l'année prochaine ou dans quelques années. Il faut toutefois remarquer que les élèves en sciences humaines même s'ils considèrent qu'ils pourraient utiliser les réseaux pour étudier d'autres matières, ne sont pas disposés à les utiliser. L'enseignant nous a souligné que ses élèves étaient particulièrement surchargés de travaux au moment où ils ont passé ce test, ce qui pourrait peut-être expliquer les résultats en apparence contradictoires. Les élèves en sciences sont ceux qui aiment le plus faire des réseaux. Ils nous ont fait remarquer qu'ils s'amusaient en faisant des réseaux

même si cela exigeait plus de travail que de rédiger un rapport de laboratoire. A l'opposé, les élèves en soins infirmiers sont ceux qui aiment le moins faire des réseaux; ils se sentent d'ailleurs moins capables d'en faire. Personne ne veut remplacer les examens par des réseaux de concepts, cela confirme d'ailleurs des résultats de recherches antérieures (Arnaudin et al. 1984).

En général, ils aiment faire des réseaux et les trouvent utiles. Toutefois cette attitude est plus favorable chez les élèves en sciences. Ils considèrent que les réseaux reflètent bien ce qu'ils comprennent d'un sujet mais ne veulent surtout pas qu'on les utilise comme mode d'évaluation. Même s'ils doivent y consacrer beaucoup de temps, ils disent que ça vaut la peine. Les réseaux de concepts sont pour eux, un outil de travail, d'étude et non d'évaluation.

TABLEAU IX Score moyen aux énoncés du test d'attitudes face au réseau

Enoncé	Score moyen à l'énoncé		
	Sciences	Sciences humaines	Soins infirmiers
Les réseaux de concepts sont utiles pour étudier la biologie.	4,02	4,17	3,29
Je pourrais utiliser les réseaux pour étudier d'autres matières.	3,49	3,47	3,14
J'utiliserai les réseaux de concepts pour étudier d'autres matières.	3,20	2,83	2,95
Un réseau de concepts réflète bien ce que je comprends d'un sujet donné.	3,95	3,80	3,81
Les réseaux de concepts me permettent d'organiser les concepts d'une façon qui a du sens pour moi.	3,91	3,77	3,62
J'aimerais que mes profs utilisent les réseaux de concepts dans leurs cours.	3,26	3,13	2,95
J'aime faire des réseaux de concepts.	3,42	2,97	2,57
Je suis capable de faire des réseaux de concepts.	3,94	3,73	3,33
J'aimerais discuter mes réseaux de concepts avec mes professeurs.	3,59	3,53	3,15
Au lieu des tests à choix multiples, on devrait utiliser les réseaux de concepts.	2,22	1,80	1,85
Au lieu des tests à questions ouvertes, on devrait utiliser les réseaux de concepts.	2,22	1,80	1,85

1,00 Pas du tout d'accord
2,00 Pas d'accord
3,00 Je ne sais pas
4,00 D'accord
5,00 Tout à fait d'accord

3.4 ATTITUDES DES ENSEIGNANTS FACE AUX RESEAUX DE CONCEPTS

A l'aide des entrevues, nous avons, rappelons-le, recueilli les commentaires des quatre enseignants concernant les réseaux de concepts et leur utilisation. Ces entretiens ont été enregistrés, transcrits, puis nous avons relevé les points jugés importants pour fins d'analyse de cette troisième hypothèse.

Dans l'ensemble, les critiques sont positives et réflètent la satisfaction des participants vis-à-vis la méthode du réseau et concernent tant l'utilisation du réseau par eux-mêmes que son application à l'élève. Ils remarquent que les réseaux permettent de mettre de l'ordre dans nos idées, de faire du "ménage" dans nos concepts. Avec les réseaux, nous sommes amenés à restructurer nos cours de manière à insister davantage sur les concepts jugés plus importants parce que de niveau hiérarchique plus élevé. L'enseignement étant plus structuré, l'apprentissage des élèves est favorisé.

En général, ils apprécient davantage un réseau peu chargé, dégagé, contenant un nombre restreint de concepts et extraits d'un contenu délimité. La tâche peut devenir difficile compte tenu du fait que l'on doive favoriser la création d'un grand nombre de liens et de noeuds. Lorsque les concepts sont plus abstraits, le travail est plus ardu. Les professeurs ont d'ailleurs trouvé plus pertinents les deux premiers laboratoires parce qu'ils utilisaient des concepts plus concrets et facilitaient ainsi la tâche des élèves tout en établissant des liens et des relations non décelables dans un rapport de laboratoire.

Tous considèrent la hiérarchie essentielle. Un enseignant explique que l'ordre hiérarchique est souvent absent chez les élèves: ils ont de la difficulté à différencier le

plus englobant du plus spécifique autrement dit, l'essentiel de l'accessoire. Il permet de structurer la pensée. De plus, ils estiment les mots liens indispensables quoique difficiles à trouver par les élèves. A mesure que l'apprenant établit des relations entre les concepts, il les compare entre eux et analyse ses mots liens, il peut tout de suite identifier sa difficulté à établir un lien clair entre deux concepts. Dans le rapport de laboratoire, l'élève peut rédiger une analyse de résultats sans réaliser qu'il omet des points importants ou que tout simplement l'analyse est fausse. Les réseaux de concepts permettent donc une auto-évaluation progressive de son travail. Le fait de détecter des difficultés précises, amène l'élève à se poser beaucoup plus de questions.

Deux enseignants se questionnent tout de même sur la pertinence d'évaluer quantitativement les réseaux: il faudrait estimer la valeur des liens afin d'éviter que des élèves cumulent des points en réalisant de nombreux liens de peu d'importance alors qu'ils omettent des liens fondamentaux. Ils partagent ainsi l'opinion de plusieurs auteurs mentionnés dans la bibliographie. On souligne aussi que l'on devrait évaluer la clarté du réseau.

Certains enseignants nous ont fait remarquer que le travail d'équipe est favorisé par cette méthode. Peu d'élèves leur auraient demandé de travailler individuellement, alors que c'est fréquemment le cas avec le rapport de laboratoire. Nous devons toutefois être prudents sur cette interprétation puisque la technique étant nouvelle, cela oblige les élèves à s'entraider.

Malgré la remarque souvent formulée que les réseaux de concepts ne développent pas les habiletés d'écriture, on nous a fait remarquer pendant ces entrevues que l'élève enrichit son français lorsqu'il crée un réseau. S'il veut différencier les concepts, il doit

bien les définir. De même, il est aussi très important de trouver les mots justes pour décrire la relation existant entre deux concepts. L'élève est donc amené à trouver le "sens" des mots et à être plus critique face à leur utilisation.

Nous considérons favorable l'attitude des enseignants à l'égard des réseaux puisqu'ils y entrevoyaient plusieurs applications suite à cette expérimentation. Un professeur prévoit demander des réseaux de concepts d'étapes comme un réseau sur le coeur, sur les échanges puis, un réseau synthèse de tout le cours. Un autre suggère de présenter un réseau global aux élèves afin que ceux-ci détaillent une partie de ce réseau. Un des enseignants en sciences souhaitait l'utiliser dans le laboratoire sur l'aquarium; le réseau alimentaire habituellement réalisé par les élèves s'y prêterait bien. On pourrait envisager un réseau de concepts comme préparation à un laboratoire comme Novak et Gowin (1984) le suggèrent ou comme exercice dans les cours.

3.5 RESULTATS COMPLEMENTAIRES

Nous ne pouvons terminer ce chapitre sans souligner un certain nombre de constatations même si elles ne concourent pas directement à la vérification des hypothèses de cette recherche.

De l'avis des élèves eux-mêmes, ils consacrent autant de temps au réseau qu'au rapport de laboratoire. L'élève doit établir un grand nombre de relations justes entre tous les concepts qu'on lui présente et ainsi avoir une connaissance minimale de ceux-ci. Il investit donc beaucoup de temps dans l'élaboration de son réseau. Par contre, un simple coup d'oeil du réseau par l'enseignant révèle l'étendue des connaissances de l'apprenant

sur le sujet. La correction s'effectuant rapidement, le professeur a donc un "feedback" juste et rapide sur son enseignement ainsi que l'élève sur son travail. L'évaluation remplit alors pleinement son rôle. Ainsi, le temps économisé à ce niveau peut être consacré à d'autres activités pédagogiques malheureusement non développées dans le contexte actuel d'une tâche d'enseignement trop lourde.

Tel que relevé par les enseignants, le réseau permet aussi à l'élève de s'auto-évaluer. Tout au long de son élaboration, des difficultés à situer certains concepts ou encore à établir des liens entre eux peuvent se présenter, l'élève sait alors qu'il doit se documenter davantage. La tâche de réaliser un réseau semble donc plus précise, plus spécifique et moins globale que celle de faire un rapport de laboratoire. L'élève ayant identifié ses lacunes, il peut ainsi formuler des questions précises et consulter davantage ses coéquipiers et ses professeurs. En effet, ils travaillent vraiment en équipe, discutent entre eux ou avec le professeur; on les a vus à la bibliothèque ou à la cafétéria avec leurs petits bouts de papier et leurs réseaux. Les résultats de Stice et al (1986-87) vont également dans le sens de ces constatations. Les élèves sentent qu'ils ont besoin d'échanger avec leurs camarades afin de clarifier leur vue personnelle sur chacun des concepts. Okebukola et Jejede (1988) nous confirment d'ailleurs que les meilleurs réseaux se font en équipe.

Un apprentissage "signifiant" se réalise lorsque l'élève possède dans sa structure cognitive des concepts pertinents servant d'ancrage aux concepts à maîtriser. A l'instar d'un grand nombre de professeurs, nous constatons que les élèves de niveau collégial possèdent souvent des représentations erronées ("misconceptions") de la réalité qui vont nuire aux apprentissages (Thouin 1985; Robitaille,1990) et il est donc essentiel de les détecter. Nous avons constaté que le réseau de concepts remplit adéquatement ce rôle.

Comme le dit Raths (1987): " le réseau révèle les incompréhensions et les théories personnelles de l'élève".

Une des lacunes relevées régulièrement par les professeurs est le manque de vocabulaire et de précision dans les termes utilisés par les élèves. Or, nous avons constaté que le réseau permet d'enrichir la langue écrite et parlée. Pour établir des propositions qui forment le réseau, l'élève doit non seulement connaître la signification des concepts mais sélectionner les mots liens qui traduisent avec justesse leur relation. On a observé qu'ils discutent abondamment du sens de ces mots et consultent fréquemment le dictionnaire.

CONCLUSION

Le réseau de concepts est reconnu par plusieurs auteurs comme un outil favorisant l'analyse et la synthèse. Nous avons voulu vérifier dans cette recherche quel intérêt présente aux apprenants et aux enseignants, l'utilisation des réseaux de concepts au laboratoire. Nos observations appuyées d'une revue de la littérature nous ont permis d'émettre les trois hypothèses suivantes:

H-I L'utilisation des réseaux de concepts au laboratoire favorise l'apprentissage des élèves.

H-II Les réseaux de concepts influencent l'attitude des élèves à l'égard du laboratoire.

H-III Les enseignants et les élèves reconnaissent l'utilité des réseaux de concepts dans l'apprentissage.

L'analyse des résultats nous permet de conclure que les première et troisième hypothèses sont confirmées. En effet, il apparaît que le réseau favorise l'apprentissage au même titre que le rapport de laboratoire bien que ce dernier soit lui-même un mode structuré d'apprentissage et soit généralement mieux maîtrisé que les réseaux. Nous devons toutefois avoir présent que l'échantillon aurait dû comporter un effectif supérieur d'élèves et que la période consacrée à l'expérimentation aurait dû se prolonger afin d'obtenir des résultats plus représentatifs.

Nous constatons que le fait de construire des réseaux n'influence pas de manière significative l'attitude des élèves à l'égard du laboratoire. Ainsi, les élèves conservent une attitude favorable à l'égard du laboratoire après avoir réalisé des réseaux et cette attitude est similaire à celle des élèves qui font des rapports de laboratoire. Il est toutefois important de souligner la faiblesse de l'instrument de mesure qui comportait un nombre restreint d'énoncés dont certains étaient trop catégoriques. Une validation du test avant l'expérimentation aurait contribué à augmenter la fiabilité de celui-ci.

Les élèves et les enseignants ont une attitude favorable à l'égard des réseaux de concepts. Ils considèrent que c'est une bonne façon d'organiser leurs idées, que c'est un bon outil de travail et d'étude. Les résultats laissent croire que les élèves en sciences sont ceux qui aiment le plus faire des réseaux alors que ceux de soins infirmiers sont ceux qui aiment le moins en faire. Ces derniers ont toutefois admis moins bien maîtriser l'outil, ce qui pourrait expliquer les résultats. Les élèves sont unanimes pour rejeter l'idée d'utiliser les réseaux de concepts comme mode d'évaluation. Quant aux enseignants, ils nous ont rapporté plus de points positifs que de points négatifs et leur attitude favorable s'exprimait par des projets d'applications. Ils semblent préférer élaborer des réseaux avec des concepts concrets. Tous reconnaissent d'une part, l'importance de la hiérarchie et des mots liens dans le réseau pour permettre l'analyse et la synthèse, et, d'autre part, que le réseau favorise le travail en équipe.

Un autre aspect soulevé au cours de cette expérimentation est celui de l'apport du réseau au niveau du français écrit. Même si certains enseignants craignent que le réseau ne contribue pas suffisamment à l'amélioration du français écrit, d'autres soulignent sa contribution à l'enrichissement du vocabulaire. En effet, il permet de préciser le sens des mots, lacune largement répandue chez nos élèves. Finalement, signalons un avantage plus

qu'appréciable des réseaux: celui de permettre une évaluation rapide et juste de la structure cognitive de l'apprenant: les concepts et leurs relations apparaissent sur une seule page.

Le réseau et le rapport de laboratoire se complètent et les résultats de notre recherche nous amènent à conclure qu'ils favorisent tous les deux l'apprentissage. Pourquoi ne pas les utiliser alternativement ou simultanément? Un bon enseignant est celui qui varie les modes d'apprentissage. Un bon enseignant est aussi celui qui perçoit rapidement les lacunes de sa classe et donne un "feedback" immédiat à ses élèves. Considérant la tâche actuelle de l'enseignant, il doit rechercher des modes d'évaluation réalistes, c'est-à-dire tenant compte de ses besoins et de ses capacités; le réseau de concepts en est un.

A la suite de nombreuses sollicitations de professeurs des niveaux collégial et secondaire, nous constatons la popularité croissante des réseaux de concepts; nous aimerions donc, en terminant, faire certaines recommandations. La recherche dans ce domaine mérite d'être encouragée. L'accent pourrait être mis sur l'évaluation des réseaux en précisant d'une part, l'importance de certains liens par rapport à d'autres afin d'améliorer les grilles existantes, et, d'autre part, en recherchant des critères objectifs de la "richesse" d'un réseau. Finalement les tests utilisés dans cette recherche devraient être rendus plus performants afin de vérifier avec plus de rigueur, l'effet des réseaux de concepts sur l'atteinte d'objectifs d'apprentissage de plus hauts niveaux.

BIBLIOGRAPHIE

ARNAUDIN, Mary W. et al. "Concept mapping in college science teaching", Journal of College Science Teaching, vol. 14, no 2 (novembre 1984), pp. 117-121.

ARNONE, Vincent C. "The nature of concepts: a point of view", Theory into Practice, vol. XXVI, special issue (décembre 1987), pp. 408-415.

AULT, Charles R., Jr. "Concept mapping as a study strategy in earth science", Journal of College Science Teaching, vol. 15, no 1 (sept-oct. 1985), pp. 38-44.

AUSUBEL, David P. et F. G. **ROBINSON**. *School learning, an introduction to educational psychology*. New York, Holt Rinehart and Winston, 1969. 691 p.

AUSUBEL, David P. et D. **FITZGERALD**. "Organizer, general background, and antecedent learning variables in sequential verbal learning", Journal of Educational Psychology, vol. 53, no 6 (Décembre 1962), pp. 243-249.

BEYERBACH, Barbara A. *Concept mapping in assessing prospective teachers' concept development*. Rapport de recherche. New York, 1988. 16 p.

BLOOM, Benjamin S. et al. *Taxonomie des objectifs pédagogiques, Domaine cognitif*. Traduit par Marcel Lavallée. Montréal, Presses de l'Université du Québec, 1982. 232 p.

BRODY, Michael J. *The floating lab research project: an approach to evaluating field programs*. Rapport d'évaluation. Ithaca, New York, Université Cornell 1984. 14 p.

-------, *Translating research reports into educational materials or how to take a neat piece of research and turn it into a curriculum*. Rapport. Maine (U.S.A.), 1986. 21 p.

BRUCE, Joyce et W. **MARSHA**. *Models of teaching*. New Jersey, Prentice-Hall, 2e éd., 1980. pp. 75-92.

BRUMBY, Margaret. "Concept mapping: structure or process?", Research in Science Education, no 13 (1983), pp. 9-17.

CAULLEY, Darrel N. *Concept analysis in evaluation*. Paper and report series no 61, Oregon, U.S., juillet 1981. 28 p.

CHANGEUX, J. P. *L'homme neuronal*. Paris, Ed. Hachette, coll. Pluriel, 1983. pp. 167-168.

CHAMPAGNE, Audrey B. et al. "Strutural representations of students knowledge before and after science instruction", Journal of Research in Science Teaching, vol. 18, no 2 (1981), pp. 97-111.

-------, "Cognitive research and the design of science instruction", Educational Psychologist, vol. 17, no 1 (1982), pp. 31-53.

CLIBURN, Joseph W. "Using concept maps to sequence instructional materials", Journal of College Science Teaching, vol. 15, no 4 (février 1986), pp. 377-379.

-------. "Concept maps to promote meaningful learning", Journal of College Science Teaching, vol. 19, no 4 (février 1990), pp. 212-217.

DAVIDSON, Jane L. "The group mapping activity for instruction in reading and thinking", Journal of Reading, vol. 26, no 1 (octobre 1982), pp. 52-56.

DESROSIERS-SABBATH, Rachel. *Comment enseigner les concepts, vers un système d'enseignement.*. Québec, Presses de l'Université du Québec, 1984. 100 p.

DIEKHOFF, Georges et K. B. **DIEKHOFF**. "Cognitive maps as a tool in communicating structural knowledge", Educational Technology (avril 1982), pp. 28-30.

DONOVAN, Edward P. *Using concepts mapping in the biology classroom.* Rapport d'atelier au congrès annuel de la National Association of Biology Teachers. Philadelphie, 21 octobre 1983. 21 p.

DRAHEIM, Marilyn E. *Directed reading-thinking activity, conceptual mapping, and underlining: their effects on expository text recall in a writing task.* Rapport de recherche. Californie, décembre 1986. 16 p.

EDWARDS, John et K. **FRASER**. "Concept maps reflectors of conceptual understanding", Research in Science Education, no 13 (1983), pp. 19-26.

GARB, Yaakov et al. *Systematic representation of knowledge of ecology: concepts and relationships*. Rapport de recherche. Californie, octobre 1985. 6 p.

GEMAKE, Josephine et R. **SINATRA**. "Using maps to improve writing", Early Years, novembre/décembre (1986), pp. 52-55.

HANF, M. Buckley. "Mapping: a technique for translating reading into thinking", Journal of Reading, vol. 14, no 4 (janvier 1971), pp. 225-230, 270.

JOHNSON, D. D., S. D. **PITTELMAN** et J. E. **HEIMLICH**. "Semantic mapping", The Reading Teacher, vol. 39, no 8 (avril 1986), pp. 778-783.

JONES, Beau Fly et al. "Teaching students to construct graphic representations", Educational Leadership, (déc. 88 - janv. 89), pp. 20-25.

LAY-DOPYERA, Margaret et B. **BEYERBACH**. *Concept mapping for individual assessment*. Document présenté au 67e congrès annuel American Educational Research Association. Montréal, Québec, du 11 au 15 avril 1983. 33 p.

LEAHY, Robert. "Concept mapping: developing guides to literature", College Teaching, vol. 37, no 2 (printemps 1989), pp. 62-69.

LEHMAN, James D. et al. "Concept mapping, vee mapping, and achievement: results of a field study with black high school students", Journal of Research in Science Teaching, vol. 22, no 7 (oct. 1985), pp. 663-673.

LOISELLE, R. et S. ROULEAU. "Le réseau de concepts: un outil d'apprentissage". Spectra, vol. 20, no 2 (janvier 1991), pp 34-37.

MALONE, John et J. DEKKERS. "The concept map as an aid to instruction in science and mathematics", School Science and Mathematics, vol. 84, no 3 (mars 1984), pp. 220-232.

MC TIGHE, Jay et F. T. Jr. LYMAN. "Cueing thinking in the classroom: the promise of theory-embedded tools", Educational Leadership, vol. 45, no 7 (avril 1988), pp. 18-24.

MOREIRA, Marco. "Concept mapping: an alternative strategy for evaluation", Assessment and Evaluation in Higher Education, vol. 10, no 2 (été 1985), pp. 159-168.

NOVAK, Joseph D. "A Model for the interpretation and analysis of concept formation", Journal of Research in Science Teaching, vol. 3 (1965), pp. 72-83.

-------, "Understanding the learning progress and effectiveness of teaching methods in the classroom, laboratory and field", Science Education, vol 60, no. 4 (1976), pp. 493-512.

-------, "An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education", Science Education, vol. 61, no 4 (1977), pp. 453.

-------, "The reception learning paradigm", Journal of Research in Science Teaching, vol. 16, no 6 (1979), pp. 481-488.

-------, "Applying psychology and philosophy to the improvement of laboratory teaching", The American Biology Teacher, vol. 41, no 8 (novembre 1979), pp. 466-474.

-------, "Learning theory applied to the biology classroom", American Biology Teacher, vol. 42, no 5 (mai 1980), pp. 280-286.

-------, "Applying learning psychology and philosophy of science to biology teaching", American Biology Teacher, vol. 43, no 1 (jan. 1981), pp. 12-20.

-------, "Application of advances in learning theory and philosophy of science to improvement of chemistry teaching", Journal of Chemical Education, vol. 61, no 7 (juillet 1984), pp. 607-612.

NOVAK, Joseph D., D. B. **GOWIN** et G. T. **JOHANSEN**. "The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students", Science Education, vol. 67, no 5 (oct. 1983), pp. 625-645.

NOVAK, Joseph D. et D. B. **GOWIN**. *Learning how to learn*. New York, Cambridge University Press, 1984. 213 p.

OKEBUKOLA, P. A. et O. **JEGEDE**. "Cognitive preference and learning mode as determinants of meaningful learning through concept mapping", Science Education, vol. 72, no 4 (juillet 1988), pp. 489-500.

OST, David H. "The evolution of biology", The American Biology Teacher, vol. 49, no 3 (mars 1987), pp. 153-156.

PANKRATIUS, William J. et T. M. KEITH. *Building an organized knowledge base: concept mapping in secondary school science*. Document présenté au 35e congrès annuel de la National Science Teachers Association. Washington D.C. , du 26 au 29 mars 1987. 14 p.

PEARSON, J. T. et W. J. **HUGHES**. "Designing an A-level genetics course: I, identifying the necessary concepts and considering their relationships", Journal of Biological Education, vol. 20, no 1 (printemps 1986), pp. 47-55.

PELLA, Milton O. "Concept learning in science", The Science Teacher, no 33 (décembre 1966), pp. 31-34.

QUEBEC. *Rapport de la Commission Royale d'Enquête sur l'enseignement* (Rapport Parent). Imprimerie Pierre Desmarais pour le gouvernement de la province de Québec, 1964. pp. 133-134, Tome III.

RATHS, James. "Enhancing understanding through debriefing", Educational Leadership, vol. 45, no 2 (oct. 1987), pp. 24-27.

RAVEN, Ronald. "Concept analysis of correlated environmental problems", Science Education, vol. 69, no 2 (avril 1985), pp. 241-245.

REIGELUTH, Charles M. "In search of a better way to organize instruction: the elaboration theory", Journal of Instructional Development, Vol. 2, no 3 (printemps, 1979), pp. 8-15.

ROBITAILLE, J. M. Atelier présenté à l'APSQ. (novembre 1990).

ROTH, Wolff-Michael. "Map your way to better lab", The Science Teacher, vol. 57, no 4 (avril 1990), pp. 31-34.

SMALL, Parker A., Jr. "Consequences for medical education of problem-solving in science and medecine", Journal of Medical Education, vol. 63, no 11 (nov. 1988), pp. 843-853.

STEWART, James. "Content and cognitive structure: critique of assessment and representation techniques used by science education researchers", Science Education, vol. 63, no 3 (1979), pp. 395-405.

-------, "Techniques for assessing and representing information in cognitive structure", Science Education, vol. 64, no 2 (1980), pp. 223-235.

-------, "Two aspects of meaningful problem solving in science", Science Education, vol. 66, no 5 (1982), pp. 731-749.

STEWART, James et al. "Concept maps: a tool for use in biology teaching", American Biology Teacher, vol. 41, no 3 (mars 1979), pp. 171-175.

STICE, Carole F. et M. C. ALVAREZ. "Hierarchical concept mapping in the early grades", Childhood Education, vol. 64, no 2 (décembre 1987), pp. 86-96.

-------, *Hierarchical concept mapping : young children learning how to learn (A viable heuristic for the primary grades)*. Rapport de recherche. Nashville, Tennessee State University, 1986. 24 p.

STUART, Heather A. "Should concept maps be scored numerically", European Journal of Science Education, vol. 7, no 1 (1985), pp. 73-81.

SUTTON, Clive R. "The learner's prior knowledge: a critical review of techniques for probing its organization", European Journal of Science Education, vol. 2 (1980), no 2, pp. 107-120.

THOUIN, Marcel. "Les représentations de concepts en sciences physiques chez les jeunes", Revue des Sciences de l'Education, vol. XI, no 2 (1985), pp. 247-258.

WATTS, Mike. "From concept maps to curriculum signposts", Physics Education, vol. 23, no 2 (mars 1988), pp. 74-79.

BIBLIOGRAPHIE COMPLEMENTAIRE

ARONS, Arnold. "Thinking, reasoning and understanding in introductory physics courses", The Physics Teacher, no 19 (mars 1981), pp. 166-172.

BARLOW, Michel. *Formuler et évaluer ses objectifs en formation*. Lyon, Chronique sociale, 1987. 170 p. Collection "L'Essentiel".

BRODY, Michael J. *The floating lab research project: an approach to evaluating field programs*. Rapport d'évaluation. Ithaca, New York, Université Cornell, 1984. 14 p.

BRUCE, Joyce et W. **MARSHA**. *Models of teaching*. 2e éd., New Jersey, Prentice-Hall, 1980. pp. 75-92.

BURNS, R. W. *Douze leçons sur les objectifs pédagogiques*. Traduit et adapté par Jean-Guy Marcoux. Deuxième édition. Montréal, C.A.D.R.E., 1975. 132 p.

CHAMPAGNE, Audrey B et al. "Cognitive research and the design of science instruction", Educational Psychologist, vol. 17, no 1 (1982), pp 31-53.

DANSEREAU, Donald F. et al. "Development and evaluation of a learning strategy training program", Journal of Educational Psychology, vol. 71, no 1 (février 1979), pp. 64-73.

DAVIS, Gary A. "A note on two basic forms of concepts and concept learning", The Journal of Psychology, vol. 62 (1962), pp. 249-254.

EGGEN, P. D., D. P. **HAUCHAK** et R. J. **HARDER**. *Strategies for teachers*. New Jersey, Prentice-Hall, 1979. pp. 258-308.

FEAR, Richard A. *The evaluation interview*. 2e édition. Mc Graw-Hill, 1973. pp. 24-26, 31-37, 287-291.

GUERIT, J. M. "Les comas", La Recherche, vol. 21, no 224 (septembre, 1990), pp. 1026-1036.

GEVA, Esther. "Facilating reading comprehension through flowcharting", Reading Research Quarterly, vol. 18, no 4 (été 1983), pp. 384-405.

GORAN, Morris. "How to acquire the spirit of science", Improving College and University Teaching, vol. 20, no 4 (automne 1972), pp. 322-324.

GORODETSKY, Malka et R. **HOZ**. "Changes in the group cognitive structure of some chemical equilibrium concepts following a university course in general chemistry", Science Education, vol. 69, no 2 (1985), pp. 185-189.

HEINZE-FRY, Jane A. et al. "Integration of Ausubelian learning theory and educational computing", American Biology Teacher, vol. 46, no 3 (Mars 1984), pp. 152-156.

HOFSTEIN, Avi et V. A. **LUNETTA**. "The role of the laboratory science teaching neglected aspects of research", Review of Educational Research, vol. 52, no 2 (été 1982), pp. 201-217.

MATTHEWS, G.P. et al. "Cognitive structure determinations as a tool in science teaching; Part 1: A new method of creating concept maps", European Journal of Science Education, vol. 6, no 2 (1984), pp. 169-177.

-------, "Cognitive structure determinations as a tool in science teaching; Part 2: The measurement of Piaget-specific levels", European Journal of Science Education, vol. 6, no 3 (1984), pp. 289-297.

-------, "Cognitive structure determinations as a tool in science teaching; Part 3: Results", European Journal of Science Education, vol. 7, no 3 (1985), pp. 263-279.

MAUDUY, J. "L'expression graphique comme thérapeutique", Cahiers pédagogiques, no 272 (mars 1989), pp. 16-20.

MAYER, R. E. et J. G. **GREENO**. "Structural differences between learning outcomes produced by different instructional methods", Journal of Educational Psychology, vol. 63, no 2 (1972), p.165.

MIKULECKY, Larry. *The effectiveness of interactive computer assisted modeling in teaching study strategies and concept mapping of college textbook material.* Document présenté au 8e congrès annuel de la National Reading Conference. Clearwater, Floride, 3-6 décembre 1987. 20 p.

PERKINS, D. N. "Thinking frames", Educational Leadership, (mai 1986), pp. 4-10.

POSNER, Georges et al. "Accomodation of scientific conception: toward a theory of conceptual change", Science Education, vol. 66, no 2 (1980), pp. 211-227.

RATHS, James. "Enhancing understanding through debriefing", Educational Leadership, vol. 45, no 2 (oct. 1987), pp. 24-27.

SHAVELSON, Richard J. "Methods for examining representations of a subject-matter structure in student's memory", Journal of Research in Science Teaching, vol. 11, no 3 (1974), pp. 231-249.

SHERRIS, Jacqueline. *The effects of concept relatedness of instruction and locus of control orientation on the meaningful learning achievement of high school biology students.* Document présenté au 54e congrès annuel de la National Association for Research in Science Teaching. Ellenville, New York, du 5 au 8 avril 1981. 12 p.

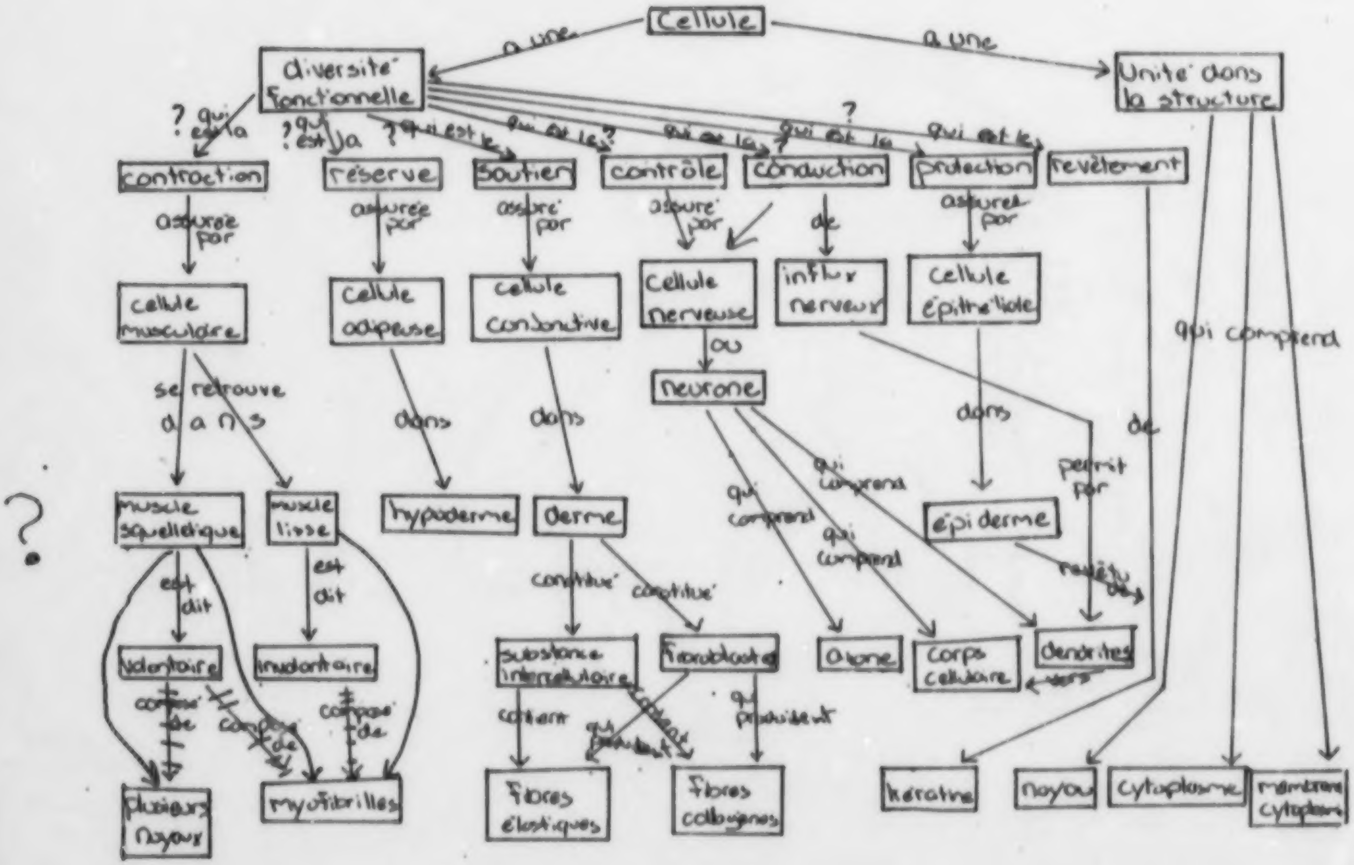
SMITH, Karl A. "Educational engineering: heuristics for improving learning effectiveness and efficiency", Engineering Education, (février 1987), pp. 274-279.

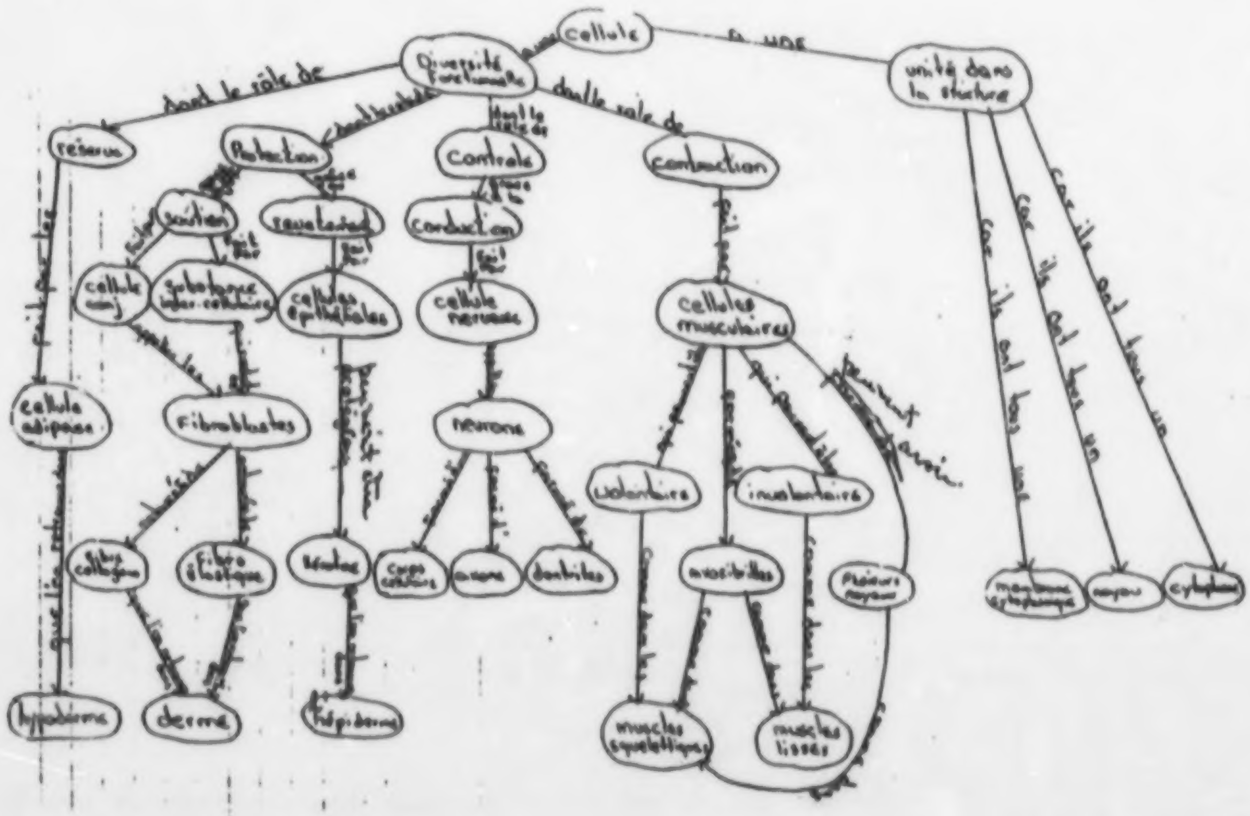
VAUGHAN, Joseph L. Jr. "Use the ConStruct procedure to foster active reading and learning", Journal of Reading, vol. 25, no 5 (février 1982), pp. 412-422.

VOSNIADOU, Stella et W. F. **BREWER**. "Theories of knowledge restructuring in development, Review of Educational Research, vol. 57, no 1 (été 1987), pp. 51-67.

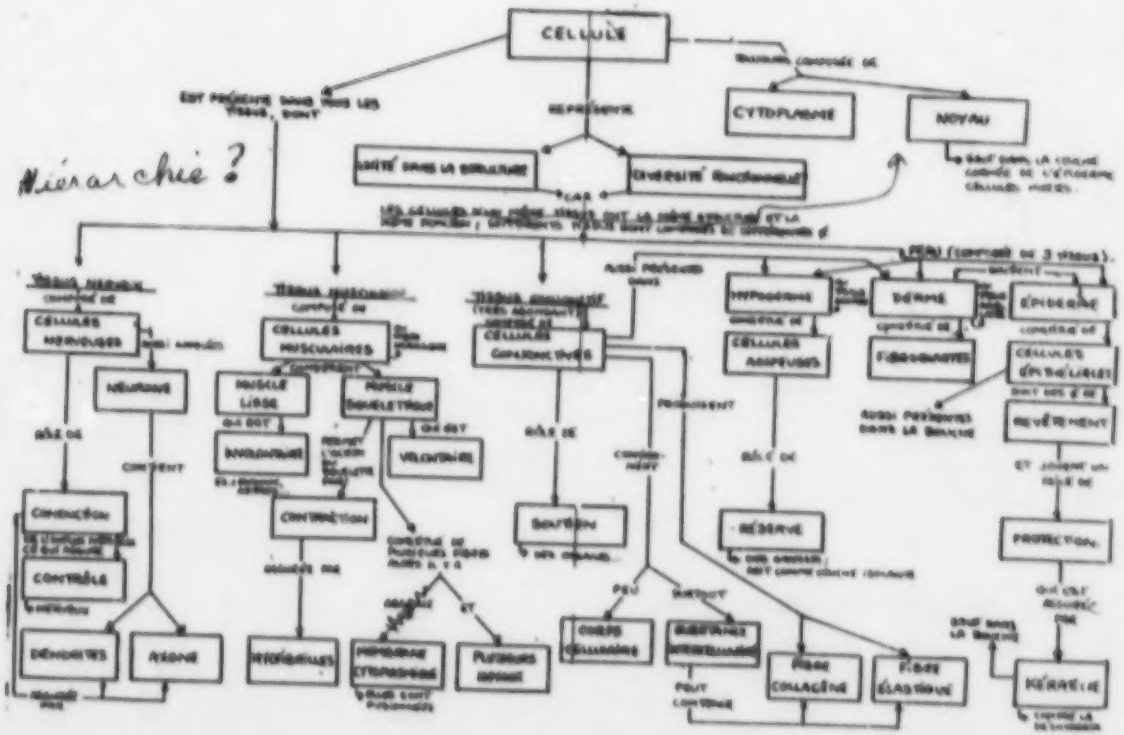
ANNEXE 1

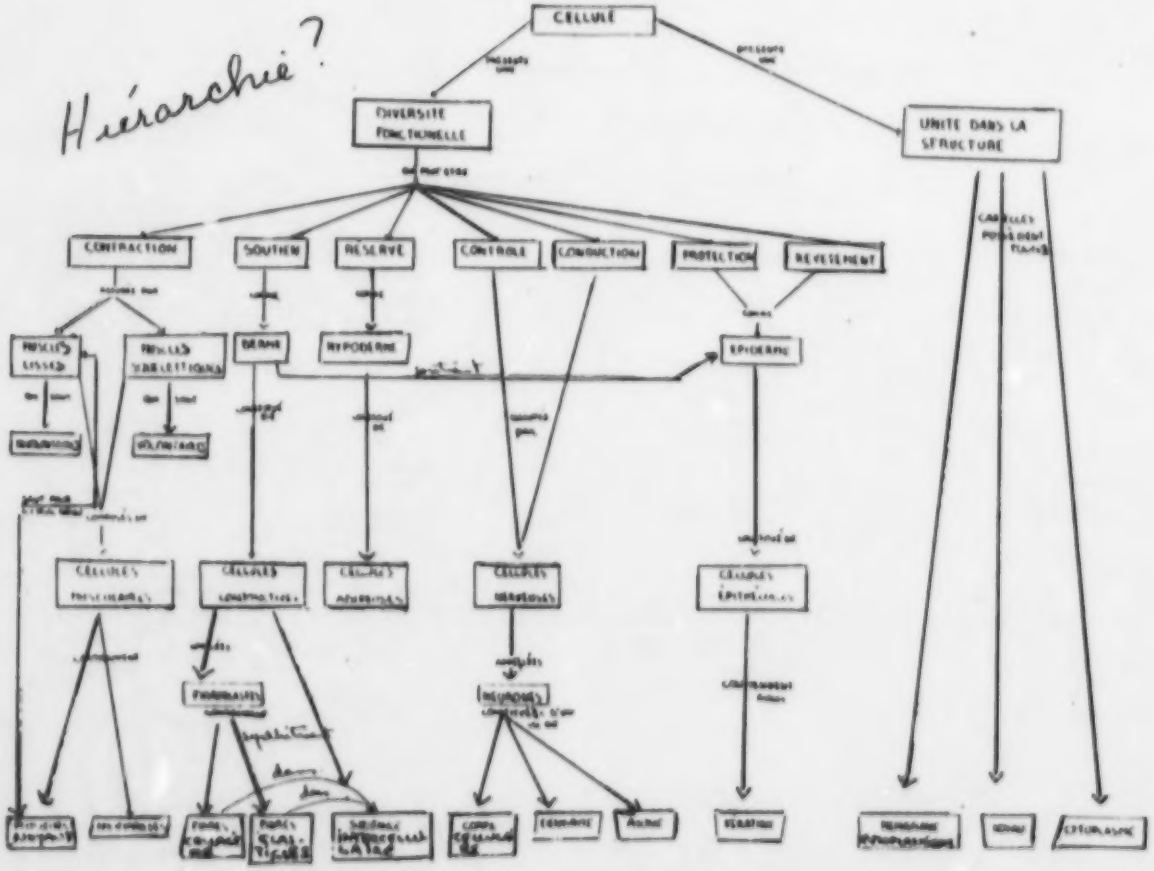
EXEMPLES DE RESEAUX DE CONCEPTS

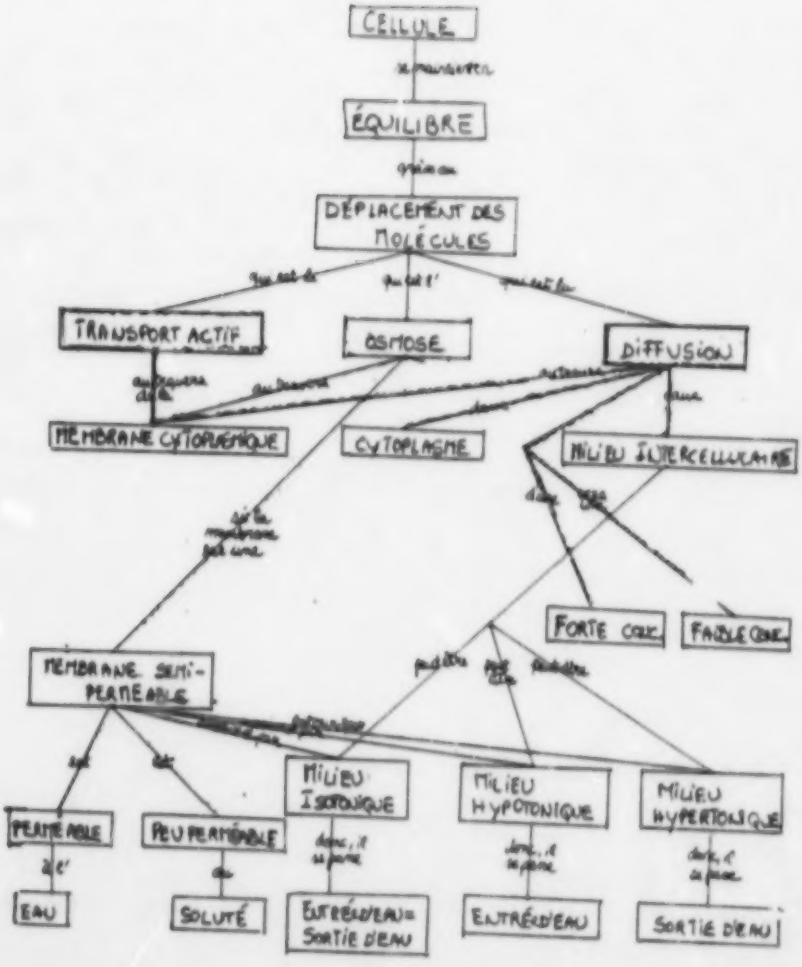

Cellule
a une
diversité fonctionnelle
a une
Unité dans la structure
? qui est la
contraction
? qui est la
réserve
? qui est le
soutien
qui est le ?
contrôle
qui est la ?
conduction
qui est la ?
protection
qui est le
revêtement
assurée par
cellule musculaire
assurée par
cellule adipeuse
assuré par
cellule conjonctive
assuré par
Cellule nerveuse
de
influx nerveux
assurée par
Cellule épithéliale
qui comprend
se retrouve dans
dans
dans
ou
neurone
dans
de
muscle squelettique
muscle lisse
hypoderme
derme
épiderme
qui comprend
qui comprend
qui comprend
est dit
est dit
volontaire
involontaire
constitué
constitué
substance intercellulaire
fibroblastes
axone
corps cellulaire
dendrites
vers
composé de
composé de
composé de
contient
qui produisent
qui produisent
plusieurs noyaux
myofibrilles
fibres élastiques
fibres collagènes
kératine
noyau
cytoplasme
membrane cytoplasmique

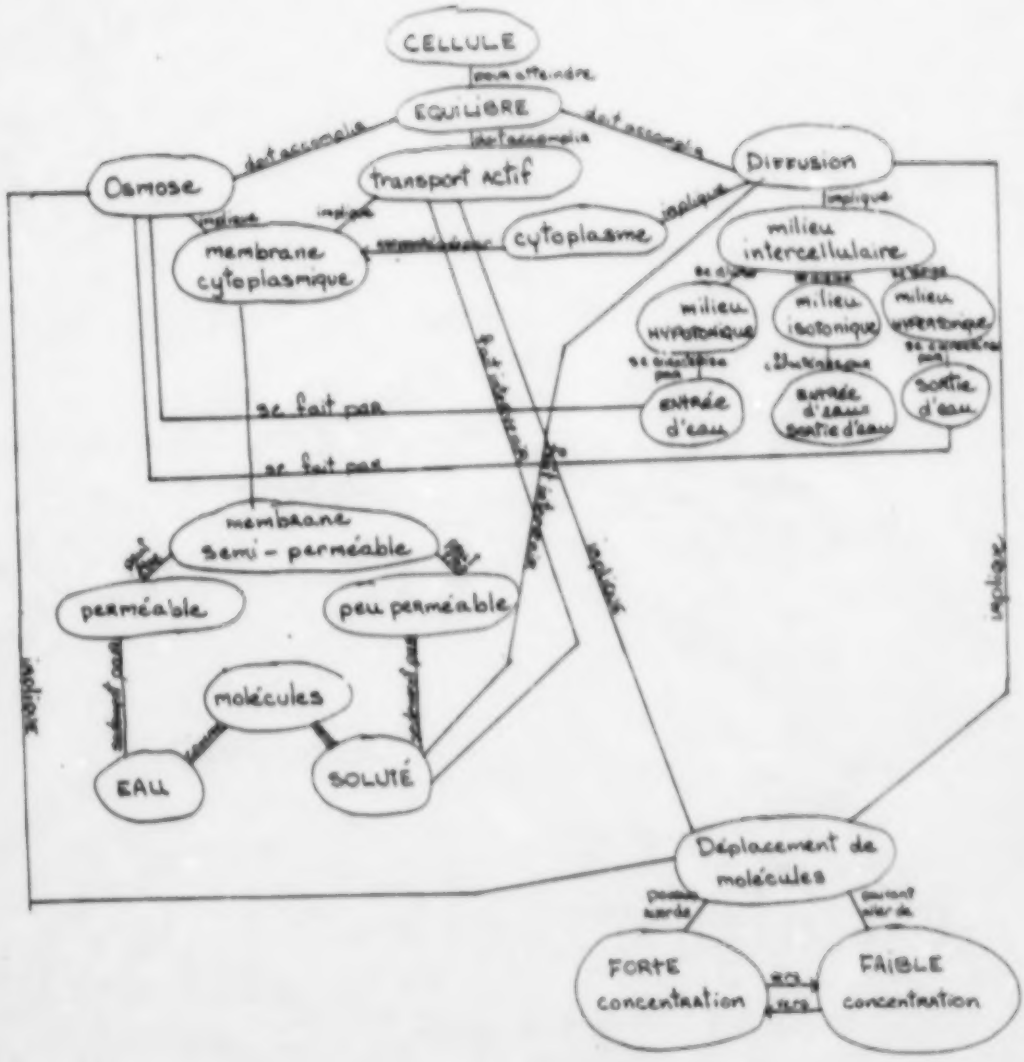


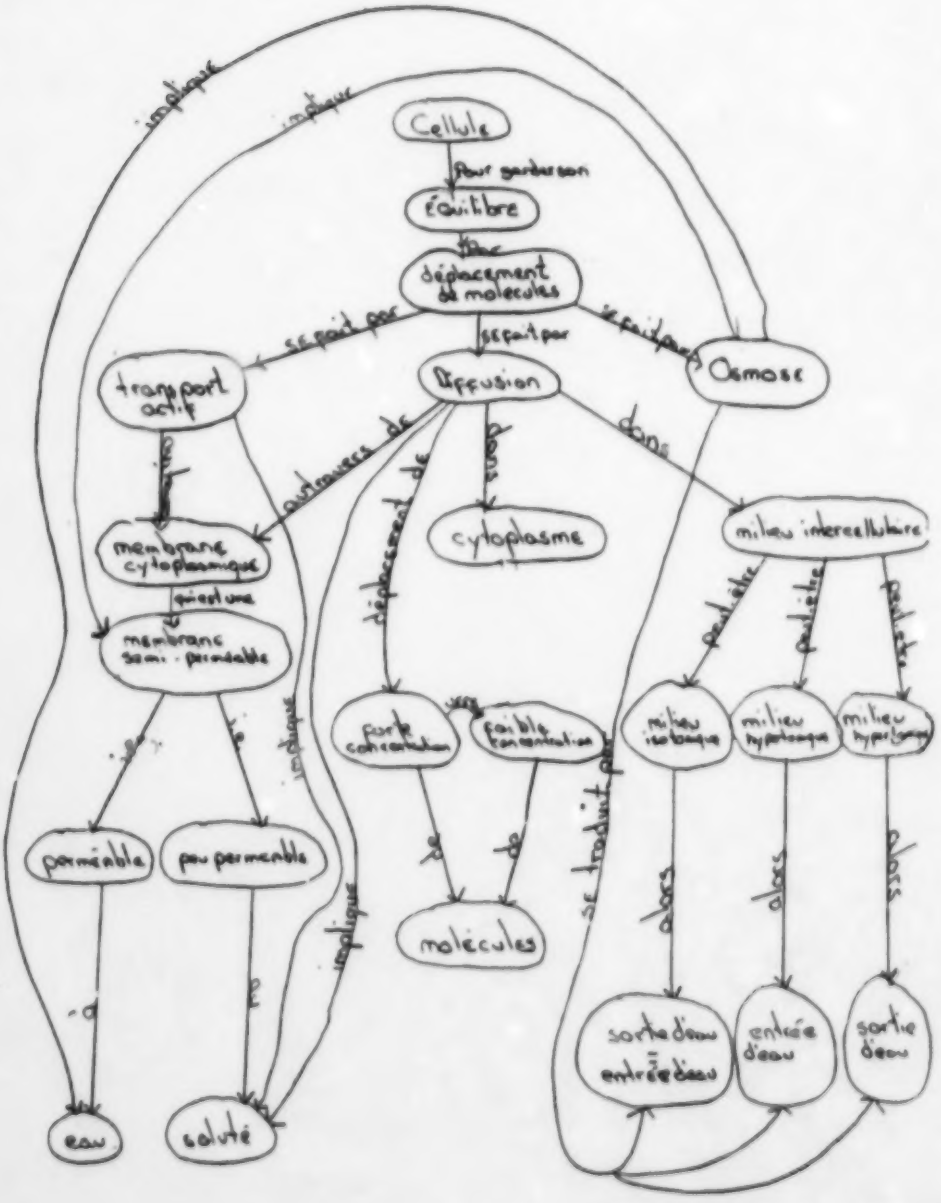
cellule
Diversité fonctionnelle
unité dans la structure
dont le rôle de
réserve
Protection
Contrôle
contraction
soutien
revêtement
conduction
cellule conj
substance inter-cellulaire
cellules épithéliales
cellule nerveuse
cellules musculaires
cellule adipeuse
Fibroblastes
neurones
volontaires
involontaires
fibre collagène
fibre élastique
kératine
corps cellulaire
axone
dendrites
myofibrilles
plusieurs noyaux
membrane cytoplasmique
noyau
cytoplasme
hypoderme
derme
épiderme
muscles squelettiques
muscles lisses
car ils ont tous un


CELLULE
CYTOPLASME
NOYAU
Hiérarchie ?
DIVERSITÉ FONCTIONNELLE
TISSU NERVEUX
CELLULES NERVEUSES
NEURONE
CONNEXION
CONTRÔLE
DENDRITES
AXONE
TISSU MUSCULAIRE
CELLULES MUSCULAIRES
MUSCLE LISSE
MUSCLE SQUELETTIQUE
INVOLONTAIRE
VOLONTAIRE
CONTRACTION
MYOFIBRILLES
TISSU CONJONCTIF
CELLULES CONJONCTIVES
SOUTIEN
FIBRES COLLAGÈNE
FIBRES ÉLASTIQUES
HYPODERME
CELLULES ADIPEUSES
RÉSERVE
DERME
FIBROBLASTES
ÉPIDERME
CELLULES ÉPITHÉLIALES
REVÊTEMENT
PROTECTION
KÉRATINE


Hiérarchie ?
CELLULE
DIVERSITE FONCTIONNELLE
UNITE DANS LA STRUCTURE
CONTRACTION
SOUTIEN
RESERVE
CONTROLE
CONDUCTION
PROTECTION
REVETEMENT
MYOCYTE
HYPODERME
EPIDERME


CELLULE
ÉQUILIBRE
DÉPLACEMENT DES MOLÉCULES
TRANSPORT ACTIF
OSMOSE
DIFFUSION
MEMBRANE CYTOPLASMIQUE
CYTOPLASME
MILIEU INTERCELLULAIRE
FORTE CONC.
FAIBLE CONC.
MEMBRANE SEMI-PERMEABLE
PERMEABLE
PEU PERMÉABLE
MILIEU ISOTONIQUE
MILIEU HYPOTONIQUE
MILIEU HYPERTONIQUE
EAU
SOLUTÉ
ENTRÉE D'EAU = SORTIE D'EAU
ENTRÉE D'EAU
SORTIE D'EAU


CELLULE
pour atteindre
EQUILIBRE
Osmose
transport actif
Diffusion
membrane cytoplasmique
cytoplasme
milieu intercellulaire
milieu HYPOTONIQUE
milieu isotonique
milieu HYPERTONIQUE
entrée d'eau
sortie d'eau
se fait par
membrane semi-perméable
perméable
peu perméable
molécules
EAU
SOLUTÉ
Déplacement de molécules
FORTE concentration
FAIBLE concentration


Cellule
pour garder son
équilibre
déplacement de molécules
se fait par
se fait par
se fait par
transport actif
diffusion
Osmose
membrane cytoplasmique
cytoplasme
milieu intercellulaire
qui est une
membrane semi-perméable
déplacement de
perméable
peu perméable
forte concentration
faible concentration
milieu isotonique
milieu hypotonique
milieu hypertonique
molécules
sortie d'eau entrée d'eau
entrée d'eau
sortie d'eau
eau
soluté

ANNEXE 2

COMMENT CONSTRUIRE DES RESEAUX DE CONCEPTS?

COMMENT CONSTRUIRE DES RESEAUX DE CONCEPTS ?

Tous les jours, nous avons l'occasion d'apprendre, à l'école, à la maison ou ailleurs. Une des premières étapes de cet apprentissage consiste à relier les nouvelles informations à celles que nous possédons. Ainsi, nous sommes amenés à réorganiser constamment nos connaissances et pour faciliter cette tâche, nous vous présentons un outil: le **RESEAU DE CONCEPTS**. Il vous permettra d'apprendre à apprendre.

Il existe différentes définitions du mot concept, nous opterons pour la suivante: **le concept, c'est l'idée** (image) **que l'on se fait d'une chose (chaise), d'un être (chien) ou d'un événement (pêche).** Par exemple, il y a plusieurs sortes de chiens mais tous les chiens ont plusieurs caractéristiques communes: ils possèdent 4 pattes, ils aboient, etc. De même si on va à la pêche, nous pouvons nous faire une image de cette activité. "Pêche" et "chien" sont donc des concepts.

Pour comprendre comment on élabore un réseau de concepts nous prendrons un exemple tiré d'un volume de biologie; il s'agit d'un texte vous présentant des mots nouveaux, des idées nouvelles, c'est-à-dire des concepts nouveaux.

> On connaît les animaux pluricellulaires. On nomme vertébrés les animaux possédant une colonne vertébrale. Les requins, les merles, les serpents, les grenouilles et les phoques font partie des vertébrés. D'autre part, nous considérons les vers de terre, les planaires, les éponges, les méduses, les crabes, les coccinelles, les pieuvres et les étoiles de mer comme appartenant au groupe des invertébrés puisqu'ils ne possèdent pas de colonne vertébrale. Les invertébrés sont moins évolués que les vertébrés. Les arthropodes constituent le groupe le plus important des invertébrés et on y retrouve les crustacés et les insectes. On distingue les différents groupes de vertébrés entre eux à l'aide d'une de leurs principales caractéristiques: la peau et ses appendices. Les poissons ont des nageoires et des écailles, les amphibiens ont un épiderme humide, les reptiles ont un épiderme sec avec des écailles, les oiseaux ont des plumes et les mammifères ont des poils.

PREMIERE ETAPE: ETABLIR LA LISTE DE TOUS LES CONCEPTS

La première étape consiste à lire attentivement le texte, à **souligner** tous les concepts importants pour la compréhension du texte et à les **transcrire** sur de petits cartons individuels. Dans notre exemple les concepts retenus sont:

animaux, pluricellulaires, vertébrés, colonne vertébrale, requins, merles, serpents, grenouilles, phoques, vers de terre, planaires, éponges, méduses, crabes, coccinelles, pieuvres, étoiles de mer, invertébrés, pas de colonne vertébrale, moins évolués, arthropodes, crustacés, insectes, poissons, nageoires, écailles, amphibiens, épiderme humide, reptiles, épiderme sec, oiseaux, plumes, mammifères, poils.

DEUXIEME ETAPE:

a) **Regrouper les concepts de même niveau ou de même importance.**

b) **Ordonner les concepts du plus général au plus spécifique (hiérarchie décroissante).**

A cette étape, il faut décider de l'importance relative de chaque concept. Certains concepts sont-ils plus généraux ou encore égaux à d'autres? Lesquels? Dans l'exemple, le concept " ANIMAUX " est le plus important puisque tout le texte porte sur ce sujet. Ce concept englobe d'autres concepts plus ou moins généraux comme PLURICELLULAIRES, VERTEBRES, INVERTEBRES et ARTHROPODES. A un niveau plus bas de la hiérarchie nous pouvons regrouper: poissons, amphibiens, reptiles, mammifères, crustacés et insectes.

Les concepts les plus spécifiques sont: étoiles de mer, vers de terre, pieuvres, planaires, éponges, méduses, crabes, coccinelles, requins, grenouilles, serpents, merles, phoques.

Voici le regroupement que nous pouvons faire des concepts du texte sur les animaux:

animaux;
pluricellulaires;
vertébrés, invertébrés;
colonne vertébrale, pas de colonne vertébrale;
moins évolué;
arthropode;
nageoires et écailles, épiderme humide, épiderme sec et écailles, plumes, poils;
poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères, crustacés, insectes;
étoiles de mer, vers de terre, pieuvres, planaires, éponges, méduses, crabes, requins, grenouilles, serpents, merles, phoques.

N.B.: Si vous avez écrit les concepts sur des cartons individuels, vous pouvez travailler en les déplaçant sur une table.

TROISIEME ETAPE:

a) Ecrire les concepts dans des bulles et selon l'ordre établi précédemment.

b) A l'aide de lignes, relier les concepts qui ont des relations entre eux.

c) A l'aide d'un ou de quelques mots, identifier le lien qui réunit les deux concepts.

Observez le réseau de concepts de notre exemple à la page suivante. Voyez comment il montre clairement tous les concepts, leur ordre et leurs relations. Remarquez que la majorité des liens entre les concepts sont **simples**, c'est-à-dire que les liens sont entre des concepts d'un même segment du réseau. Par exemple, il y a un lien entre VERTEBRES et EPIDERME HUMIDE ou encore entre INVERTEBRES et ARTHROPODES.

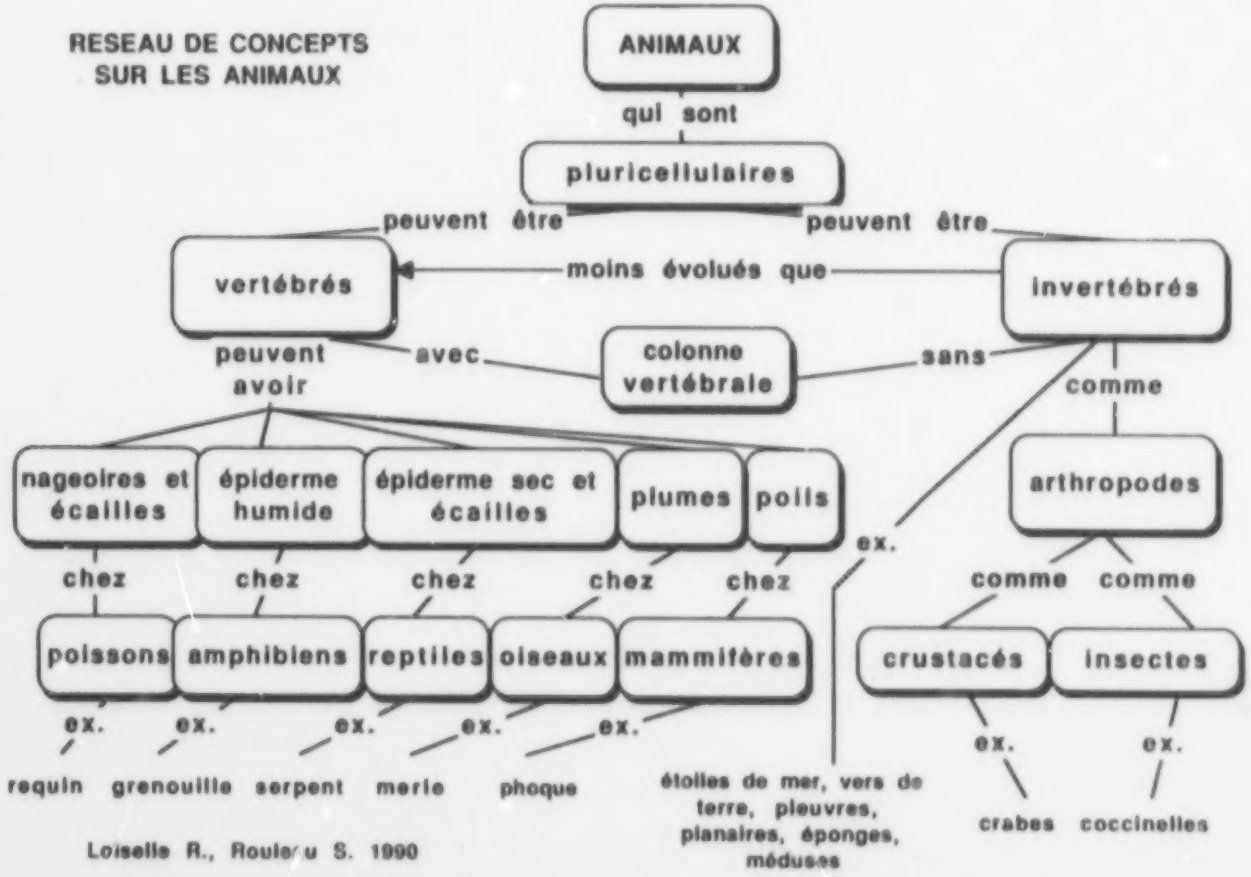
Il existe aussi des liens plus complexes que l'on nomme **liens croisés** puisqu'ils relient deux concepts de segments différents. Les **segments** sont établis par les branches du premier niveau hiérarchique divisé. Dans notre exemple, on a deux segments. Le premier segment est établi par le lien entre PLURICELLULAIRES et VERTEBRES, le deuxième par PLURICELLULAIRES et INVERTEBRES. Le lien entre INVERTEBRES et VERTEBRES justifié par le fait que les invertébrés sont moins évolués que les vertébrés est un lien croisé puisqu'il relie des segments différents.

Le réseau de concepts est un moyen visuel (bidimensionnel) de représenter l'information. Il n'y a pas une seule manière de faire un réseau puisqu'il représente ce que l'on sait d'un sujet et à un moment donné. Toutefois, un **bon réseau** contient **plusieurs concepts, plusieurs niveaux hiérarchiques et plusieurs liens.**

Traduction et adaptation du texte de DONOVAN, Edward P. "Using concept mapping in the biology classroom", Résumé d'atelier au congrès annuel de la National Association of Biology Teachers, Philadelphie (Octobre 1983) pp. 3-21.

par:LOISELLE Rollande et Suzanne **ROULEAU**
dans le cadre d'une recherche subventionnée par PAREA. (1990)

RESEAU DE CONCEPTS SUR LES ANIMAUX



Loiselle R., Roule/u S. 1990

ANNEXE 3

EXERCICES ET RESEAUX DE CONCEPTS DES TROIS LABORATOIRES

EXERCICE DE LABORATOIRE

RESEAU DE CONCEPTS: MOLECULES

Vous venez de faire un laboratoire sur la *Structure chimique des éléments nutritifs*. Vous avez appris des concepts nouveaux et surtout vous pouvez maintenant établir des liens entre ces concepts.

En vous référant au document intitulé *Comment construire un réseau de concepts?* et en équipe de deux élèves, **faites un réseau de concepts avec tous les concepts suivants:**

Cellule vivante	Atomes
Glucides	Acides gras
Molécules de matière	Acides aminés
Oxygène	Polypeptides
Polysaccharides	Azote
Protides	Lipides
Molécules de contrôle	Molécules d'énergie
Dipeptides	Hydrogène
Glycérol	Carbone
Disaccharides	Triglycérides
Diglycérides	Monoglycérides
Monosaccharides	

RAPPEL DE LA PROCEDURE A SUIVRE POUR FAIRE UN RESEAU:

1) regrouper les concepts de même importance;

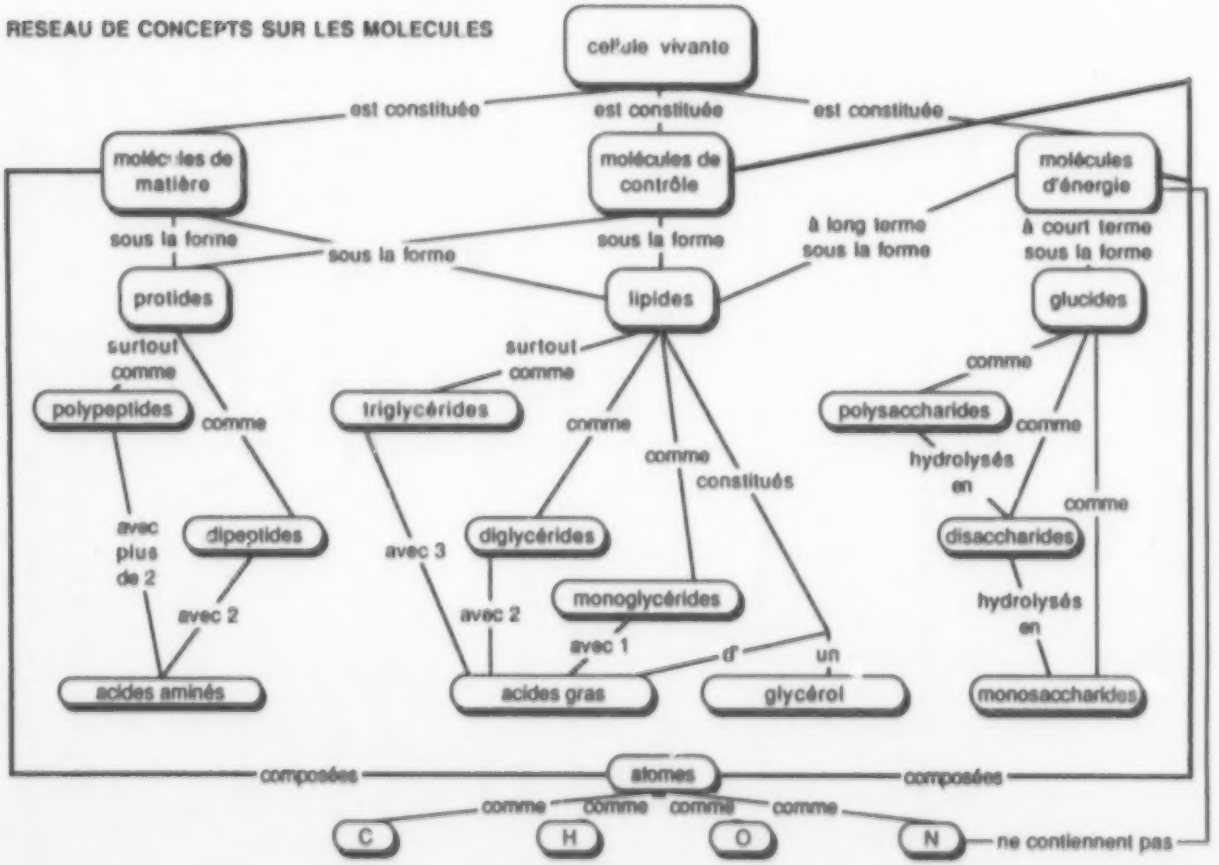
2) établir un ordre hiérarchique décroissant des concepts où le concept le plus général est au haut de la page et les concepts les plus spécifiques ou moins généraux sont au bas de la page;

3) relier les concepts à l'aide d'une *ligne* et de *mots liens*;

4) à la liste des concepts proposés, ajouter des exemples et les inscrire au bas de votre réseau;

5) remettre une copie de votre réseau au professeur-e.

RESEAU DE CONCEPTS SUR LES MOLECULES



EXERCICE DE LABORATOIRE

RESEAU DE CONCEPTS: OSMOSE ET DIFFUSION

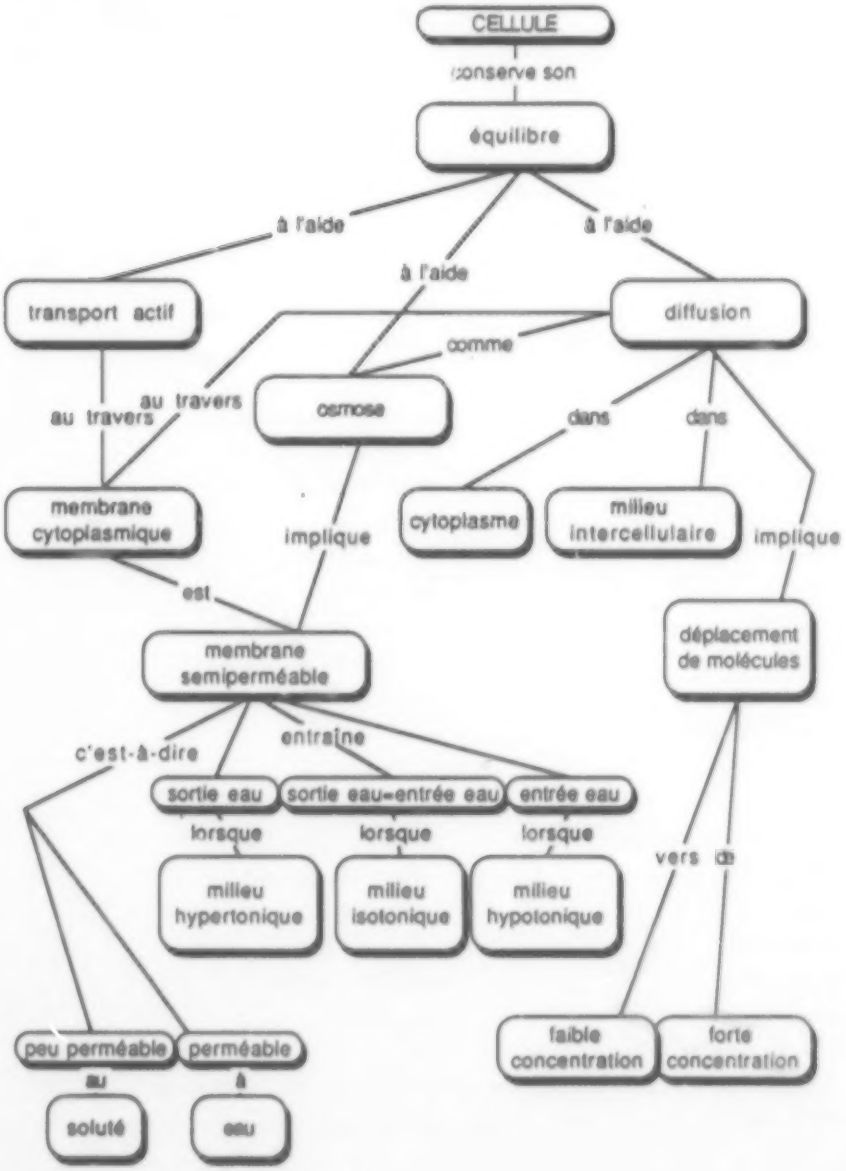
Vous venez de faire un laboratoire sur l'*Osmose et la diffusion*. Vous avez appris des concepts nouveaux et surtout vous pouvez maintenant établir des liens entre les concepts.

Faites un réseau de concepts avec tous les concepts suivants:

milieu hypotonique	entrée d'eau
cellule	transport actif
milieu hypertonique	perméable
membrane cytoplasmique	déplacement de molécules
diffusion	forte concentration
eau	soluté
faible concentration	milieu isotonique
sortie d'eau	entrée d'eau=sortie d'eau
équilibre	osmose
cytoplasme	membrane semi-perméable
milieu intercellulaire	molécules

Consultez le document intitulé *"Comment construire des réseaux de concepts?"* pour vous rappeler les étapes à suivre lors de l'élaboration d'un réseau de concepts.

RESEAU DE CONCEPTS SUR OSMOSE ET DIFFUSION



EXERCICE DE LABORATOIRE

RESEAU DE CONCEPTS: OBSERVATIONS DE CELLULES ET TISSUS

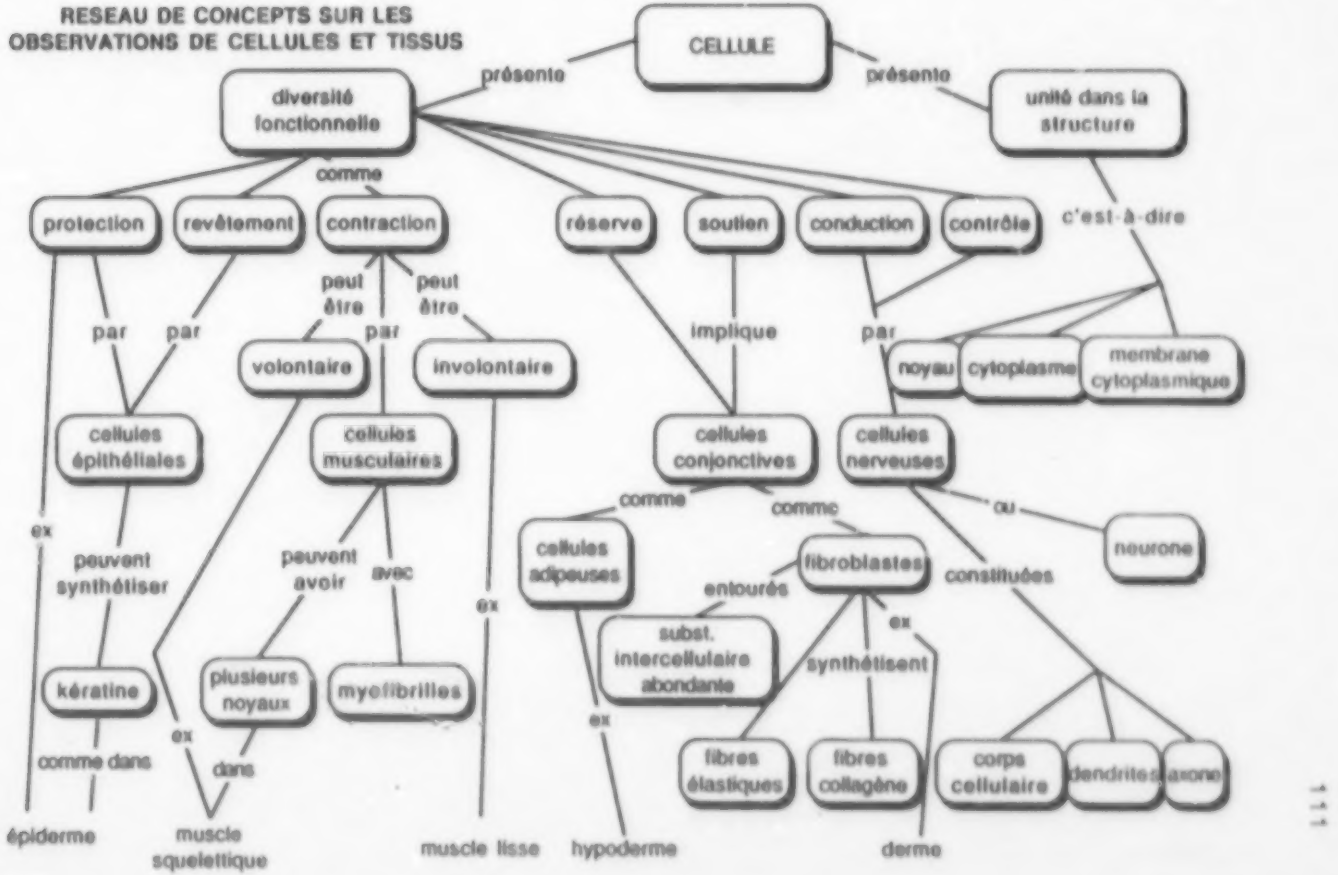
Vous venez de faire un laboratoire sur les *Observations de cellules et tissus*. Vous avez appris des concepts nouveaux et surtout vous pouvez maintenant établir des liens entre les concepts.

Faites un réseau avec tous les concepts suivants:

cellule	substance intercellulaire
axone	dendrites
fibres collagènes	fibres élastiques
épiderme	hypoderme
derme	conduction
contrôle	réserve
myofibrilles	cellules nerveuses
soutien	diversité fonctionnelle
cytoplasme	unité dans la structure
muscle squelettique	noyau
contraction	revêtement
neurone	fibroblastes
membrane cytoplasmique	cellules conjonctives
cellules épithéliales	cellules musculaires
muscle lisse	protection
volontaire	cellules adipeuses
kératine	plusieurs noyaux
corps cellulaire	involontaire

Consultez le document intitulé "*Comment construire des réseaux de concepts?*" pour vous rappeler les étapes à suivre lors de l'élaboration d'un réseau de concepts.

RESEAU DE CONCEPTS SUR LES OBSERVATIONS DE CELLULES ET TISSUS



ANNEXE 4

GRILLES D'EVALUATION DES RESEAUX DE CONCEPTS

NOMS:

cours:101- groupe: date:

sujet:

EVALUATION GENERALE DU RESEAU DE CONCEPTS

1. Les concepts sont-ils reliés? ( ) oui ( ) non

( ) insatisfaisant

2. Les mots-liens sont-ils indiqués? ( ) oui ( ) non

( ) insatisfaisant

3. Les mots-liens sont-ils justes? ( ) oui ( ) non

( ) insatisfaisant

4. Les concepts sont-ils arrangés du plus général au plus spécifique? (hiérarchie)

( ) oui ( ) non

( ) insatisfaisant

REMARQUES:

LOISELLE R. et S. ROULEAU, oct. 1990

GRILLE D'EVALUATION SOMMATIVE DES RESEAUX DE CONCEPTS

I - HIERARCHIE (2 points/niveau)

Compter le nombre de niveaux hiérarchiques valables (il faut qu'il y ait au moins un concept juste par niveau) du réseau de concepts. Accorder 2 points par niveau hiérarchique.

II - DIFFERENCIATION PROGRESSIVE (1 point/noeud)

Compter le nombre de noeuds. On a un noeud lorsqu'un concept plus général se divise en au moins deux concepts moins généraux ou plus spécifiques à un niveau hiérarchique plus bas. Accorder 1 point par noeud juste.

III - INTEGRATION (1 point/lien simple)

Accorder 1 point par mot-lien pertinent et juste.

N.B. Certains auteurs ne donnent pas de points aux exemples. D'autres accordent 1 point supplémentaire à chaque exemple.

NOMS:

cours:101- groupe: date:

sujet:

EVALUATION SOMMATIVE DES RESEAUX DE CONCEPTS

(H) 2 points X nombre de niveaux hiérarchiques

2 X =

(D) 1 point X nombre de noeuds

1 X =

(I) 1 point X nombre de liens pertinents et justes

1 X =

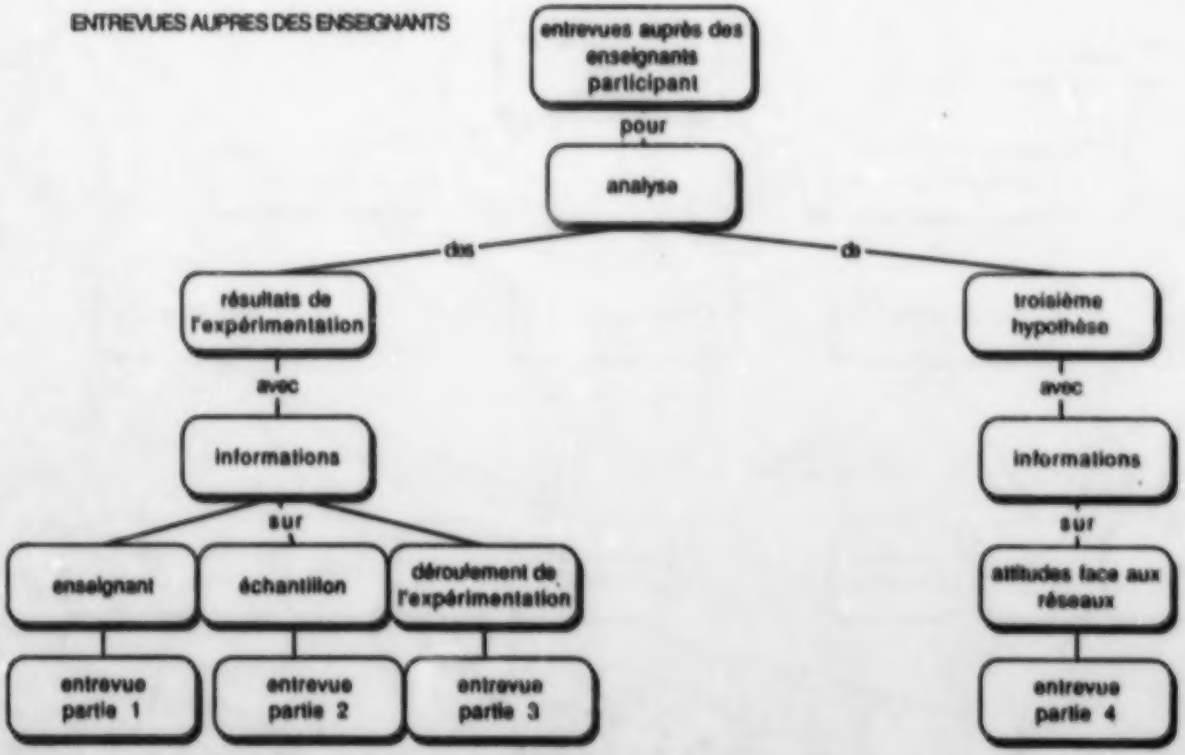
TOTAL =

LOISELLE R. et S. ROULEAU, oct. 1990

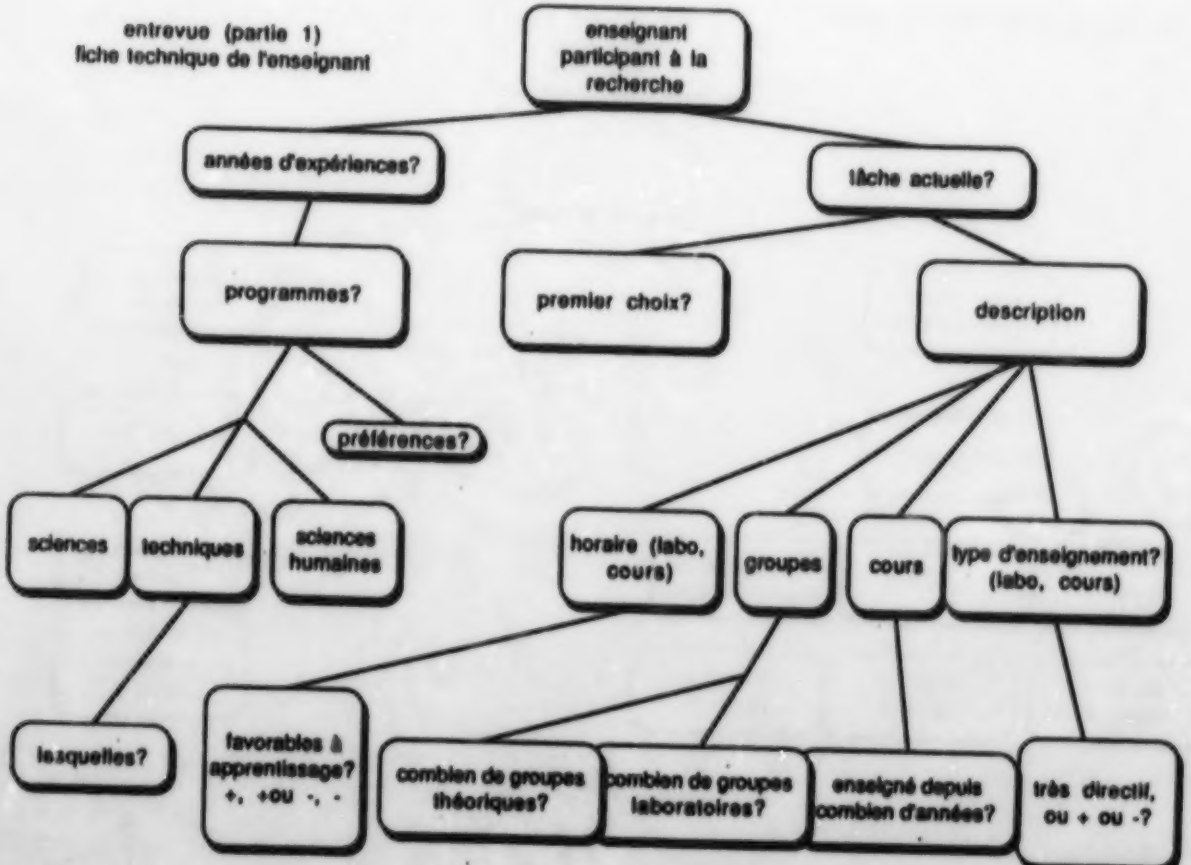
ANNEXE 5

GRILLES-RESEAUX D'ENTREVUE AUPRES DES ENSEIGNANTS PARTICIPANT

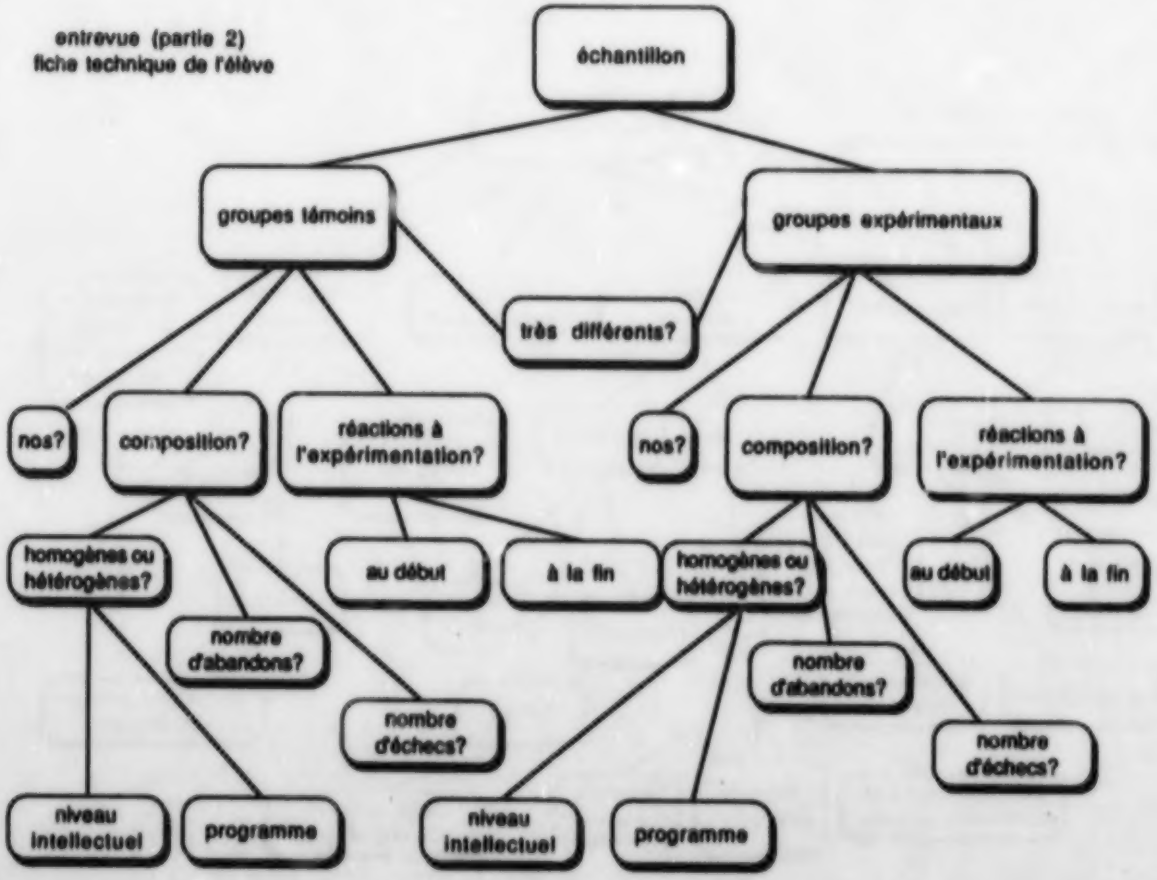
ENTREVUES AUPRES DES ENSEIGNANTS



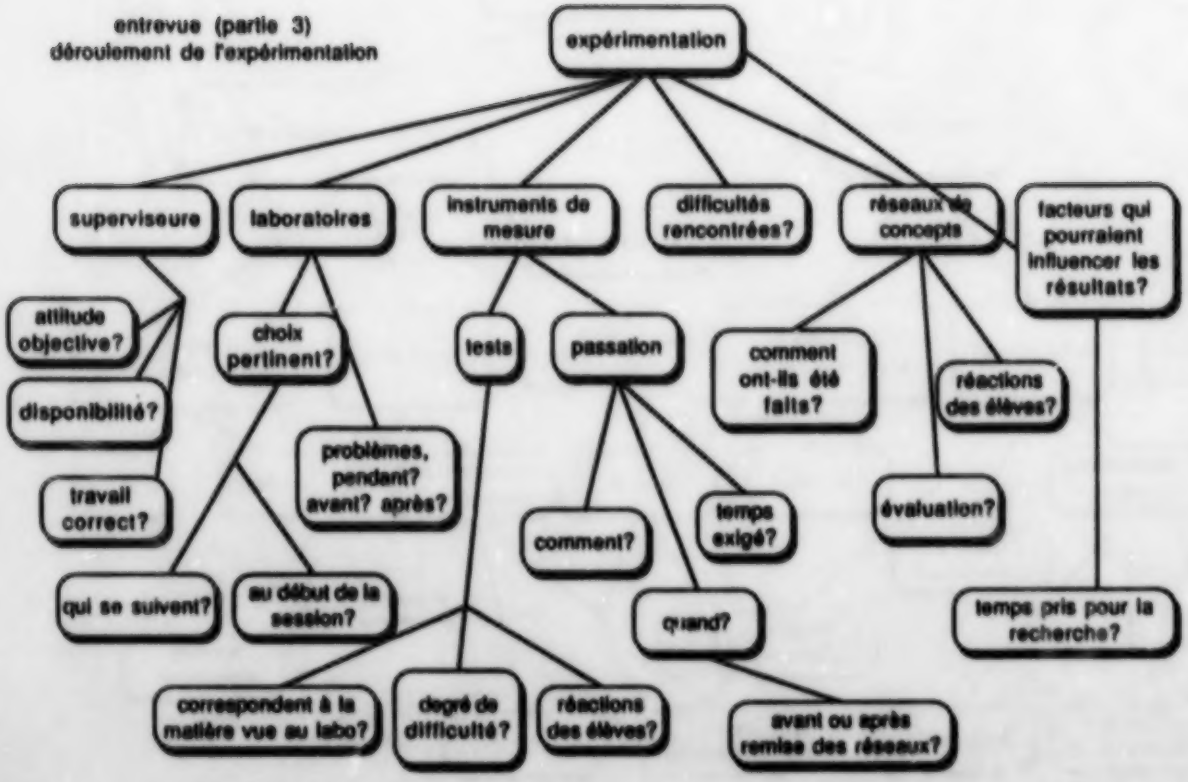
entrevue (partie 1)
fiche technique de l'enseignant

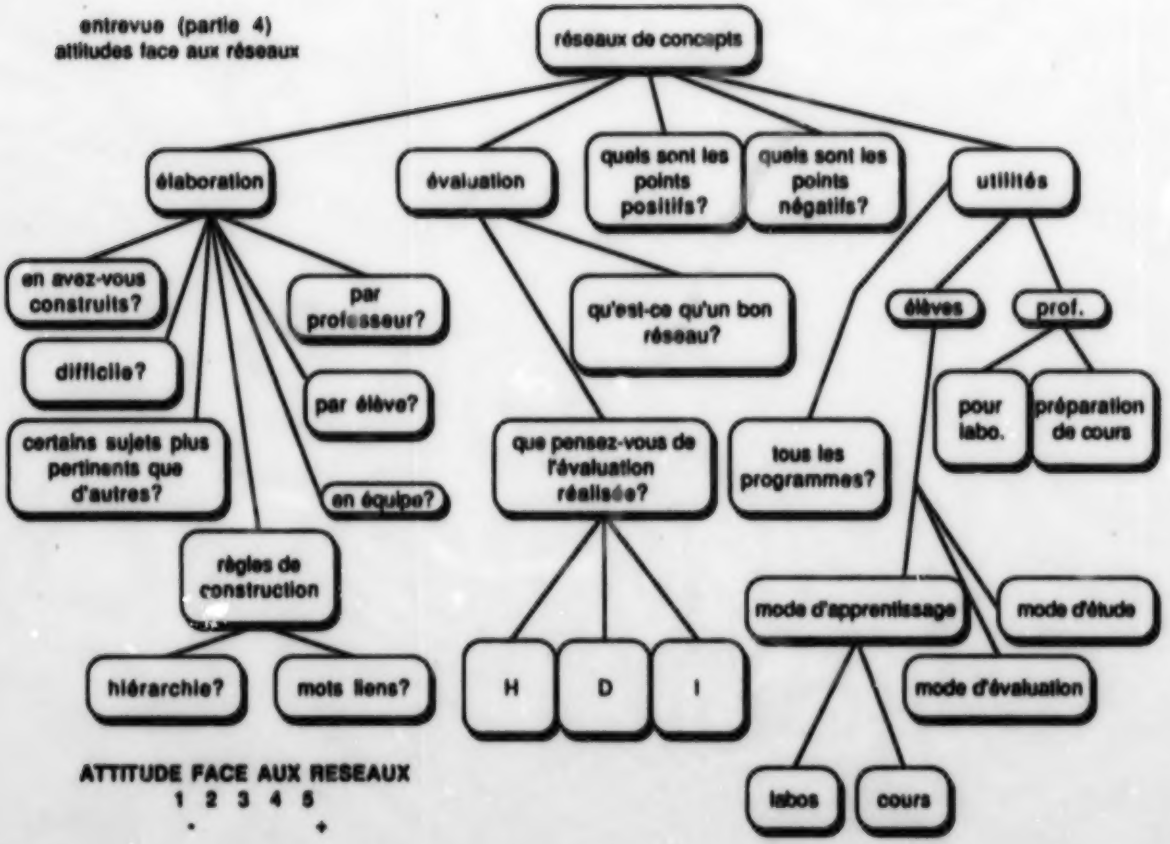


entrevue (partie 2)
fiche technique de l'élève



entrevue (partie 3)
déroulement de l'expérimentation




entrevue (partie 4)
attitudes face aux réseaux
réseaux de concepts
élaboration
évaluation
quels sont les points positifs?
quels sont les points négatifs?
utilités
en avez-vous construits?
par professeur?
difficile?
par élève?
certains sujets plus pertinents que d'autres?
en équipe?
règles de construction
hiérarchie?
mots liens?
qu'est-ce qu'un bon réseau?
que pensez-vous de l'évaluation réalisée?
H
D
I
élèves
prof.
pour labo.
préparation de cours
tous les programmes?
mode d'apprentissage
mode d'étude
mode d'évaluation
labos
cours
ATTITUDE FACE AUX RESEAUX
1 2 3 4 5

Code de diffusion: 1532 - 0322